В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
МОСКВА — 1968

Сборник «В помощь радиолюбителю» Издательство ДОСААФ выпускает совместно с Центральным радиоклубом ДОСААФ. В сборнике даются описания любительских конструкций приемной, усилительной и измерительной аппаратуры.

Брошюра рассчитана на широкие круги радиолюбителей.

Материалы по описанию различных радиолюбительских конструкций, а также предложения по обмену опытом для опубликования в следующих сборниках просим направлять по адресу: Москва, Д-362, Волоколамское шоссе, дом 88. Центральный радиоклуб ДОСААФ СССР. Представляемая рукопись должна быть отпечатана на машинке в двух экземплярах через два интервала и иметь объем не более 0,7 печатного листа (15—17 стр.).

3—4—5
24—68

МАЛОГАБАРИТНЫЙ СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЙ РАДИОПРИЕМНИК

Л. Перелыгин

Технические данные

Радиоприемник ЦС-5 собран по супергетеродинной схеме с отдельным гетеродином, на одиннадцати транзисторах и пяти диодах.

Радиоприемник имеет два диапазона: средневолновый (525—1605 *кгц*) и коротковолновый (3,95—12,1 *Мгц*). Чувствительность на средних волнах с внутренней магнитной антенной — 1 *мв/м*, на коротких с внешней телескопической антенной — 200 *мкв*. Ослабление сигнала зеркального канала на средних волнах 25—30 *дб*, на коротких — 20 *дб*. Номинальная выходная мощность 80 *мвт*.

Питается радиоприемник от батареи КБСЛ-0,5 для карманного фонаря, напряжением 3,7 *в*. Приемник не ослабляет чувствительности до минимального разряда батареи (2,4 *в*). Потребляемый ток в режиме молчания 3—3,5 *ма*, в режиме максимальной громкости до 30 *ма*.

Принципиальная схема

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 1. Принятый сигнал из антенного контура через конденсатор C_3 поступает на вход предварительного каска-

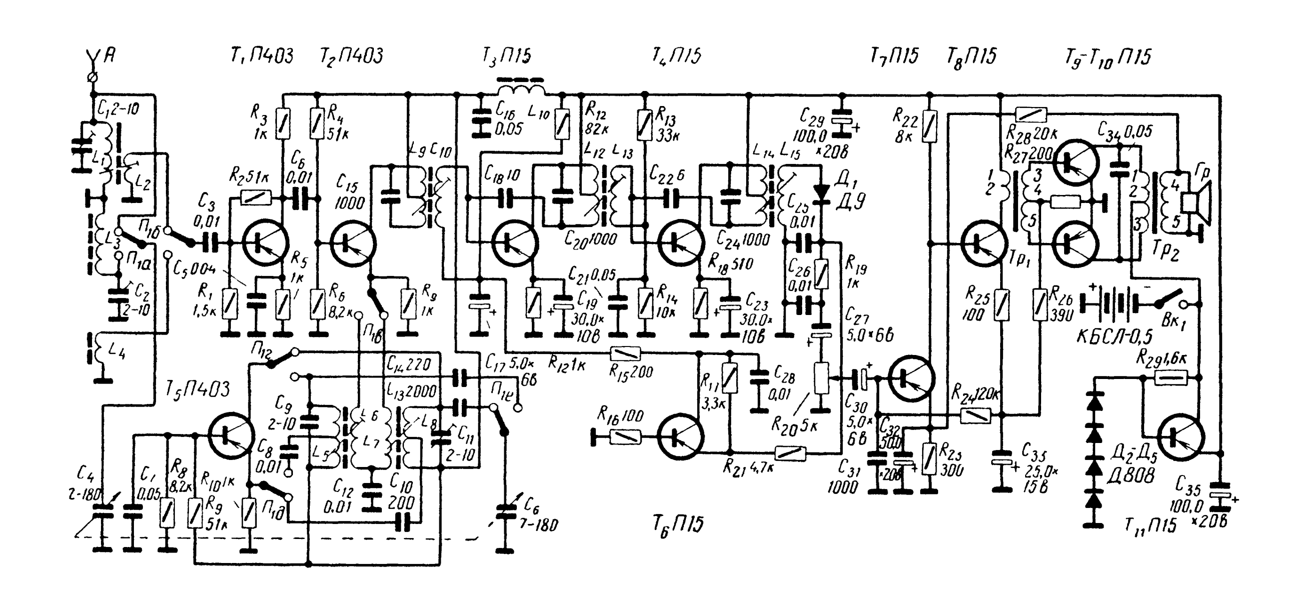


Рис. 1.

да усиления ВЧ, собранного на транзисторе T_1, и далее через конденсатор C_6 на второй каскад усиления ВЧ и преобразователь частоты, собранные на транзисторе T_2. В цепь эмиттера этого транзистора через катушки связи L_6 и L_7 подается сигнал гетеродина, собранного на транзисторе T_5.

Полученный сигнал ПЧ выделяется на нагрузке преобразователя — катушке L_9 трансформатора ПЧ. С обмотки L_{10} этого трансформатора сигнал промежуточной частоты поступает последовательно на базы транзисторов T_3 и T_4 усилителя ПЧ.

Проходя через диод $Д_1$, сигнал ПЧ детектируется и поступает на регулятор громкости R_{20} и на усилитель НЧ, собранный на четырех транзисторах T_7—T_{10}. Все его транзисторы включены по схеме с общим эмиттером. Оконечный каскад усиления НЧ выполнен по двухтактной схеме и работает в режиме класса В. Усилитель НЧ охвачен общей отрицательной обратной связью по переменному току, напряжение которой снимается со вторичной обмотки выходного трансформатора и через резистор R_{28} подается на эмиттер транзистора T_7. Конденсатор C_{34} осуществляет высокочастотную коррекцию выходного каскада.

Транзистор T_6, включенный по схеме с общей базой, выполняет функции каскада автоматической регулировки усиления — АРУ. Выделяющийся на диоде $Д_1$ сигнал НЧ через цепочку R_{21}, T_6, R_{15} поступает на вход транзистора T_3 и автоматически регулирует усиление сигнала.

Вся схема приемника жестко стабилизована по напряжению стабилизатором, собранным на транзисторе T_{11} и параметрическими стабилизаторами схемы.

Дроссель L_{11} и конденсатор C_{16} играют роль развязывающего фильтра для цепей питания транзисторов высокочастотной части приемника.

Параметрическая стабилизация каскада усиления ВЧ, преобразователя частоты и гетеродина обеспечивается делителями в цепях баз R_1, R_2, R_4, R_6 и R_8, R_9, а также резисторами R_5 и R_7 в цепях эмиттеров.

Ток коллектора для транзисторов T_1, T_2 и T_5 подбирается от 0,2 до 0,5 *ма*, сами же транзисторы выбираются с малым начальным током и с небольшим коэффициентом усиления $B = 25 \div 60$. Нагрузкой транзистора T_1 является резистор R_3, T_2 — резонансный контур L_9, C_{15},

нагрузкой гетеродина — контуры L_5 C_4 и L_8 C_4, усилителей промежуточной частоты T_3 и T_4, соответственно — резонансные контуры L_{12} C_{20} и L_{14} C_{24}.

Каскады усиления ПЧ охвачены индивидуальными обратными связями по переменному току через резисторы R_{12}, R_{18}, что дает возможность использовать транзисторы с различным коэффициентом усиления $B=25\div\div100$, без заметного изменения общего усиления в усилителе ПЧ.

Контуры фильтров промежуточной частоты связаны нейтрализующими конденсаторами C_{18} и C_{22}.

Транзисторы T_7 и T_8 питаются стабилизованным напряжением, а выходной каскад — T_9, T_{10} — непосредственно от источника питания. Температурную стабилизацию в этом каскаде обеспечивает термистор R_{27} типа ММТ-13. Для создания начального смещения на базах транзисторов T_9, T_{10} используется ток эмиттера транзистора T_8, благодаря этому исключаются потери тока в цепи смещения транзисторов T_9 и T_{10}, а их начальные токи становятся практически независимыми от напряжения батареи.

Конструкция

Радиоприемник смонтирован в пластмассовом корпусе размером 165×95×40 *мм* (рис. 2). В нем размещены ферритовая антенна 6 с катушками L_3 и L_4, шкала приемника *11* с рукояткой управления *1*, ведущим шкивом *2* и верньерным устройством в виде цилиндрической шестерни *3*, громкоговоритель *9*, телескопическая антенна *8*, гнезда для телефона и внешней антенны *7*, контакты батареи *10*.

Катушки L_3 и L_4 наматываются рядом в одном и том же направлении на подвижном каркасе из плотной бумаги.

Ферритовая антенна вставляется в гнезда корпуса и закрепляется восковой пастой.

Рукоятка управления жестко связана с малой верньерной шестерней, имеющей 30 зубьев, и шкивом канатика стрелки шкалы *4*, диаметр которого 10 *мм*. Это обеспечивает прямолинейное перемещение стрелки в одном направлении на 90 *мм* при передаточном отношении

верньерного устройства $i=3$ (большая шестерня имеет 90 зубьев и крепится на оси конденсатора переменной емкости).

Шкала наносится на прозрачную пластинку из органического стекла и крепится с внешней стороны приемника. Вдоль шкалы располагается алюминиевая пласти-

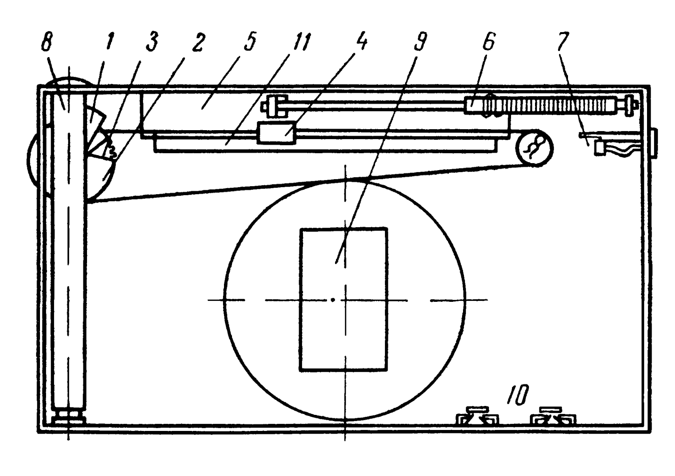


Рис. 2.

на *5*, на которую нанесена подцветка шкалы и которая служит направляющей для стрелки.

С внешней стороны корпус облицован хромированной металлической сеткой с мелкими отверстиями. Крышка корпуса имеет прямоугольное отверстие для ручки переключателя диапазонов. Монтажная плата приемника крепится к приливам корпуса четырьмя винтами.

Детали

В радиоприемнике использованы детали отечественных малогабаритных промышленных приемников.

Ферритовая антенна марки 600-НН прямоугольного сечения, размером 20×3×112 *мм*.

Телескопическая антенна диаметром 11 *мм* и длиной в рабочем состоянии 665 *мм*.

Переменный конденсатор емкостью от 7 до 180 *пф* от радиоприемника «Нева» или аналогичного приемника, имеющего подстроечные конденсаторы с емкостью 2÷10 *пф*.

Усилитель ВЧ, гетеродин и преобразователь частоты могут быть собраны на транзисторах П-401, П-402, П-403 или же других высокочастотных транзисторах с параметрами, обеспечивающими генерацию на частотах не ниже 30 *Мгц*. Усилитель ПЧ собран на низкочастотных транзисторах типа П14, П15, стабилизатор напряжения — на транзисторе П15 и четырех диодах типа Д808.

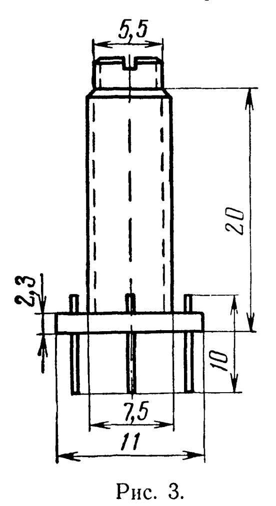


Рис. 3.

В приемнике установлен динамический громкоговоритель типа 0,25 ГД-1-РРЗ от приемника «Селга».

Гетеродинная катушка средних волн и катушки трансформаторов ПЧ намотаны на ферритовых сердечниках марки 600-НН, диаметром 8,6 *мм* с подстроечными сердечниками диаметром 2,8 *мм* и длиной 14 *мм*. Наиболее приемлемы контурные катушки от приемника «Нева», имеющие небольшие размеры.

Катушки гетеродинного и входного контуров коротких волн наматываются на каркасе любого контура телевизора «Рубин» после небольшой переделки. Для этого от каркаса отрезают верхнюю часть длиной 20 *мм*. Из гетинакса или текстолита сечением 2—2,3 *мм* вырезают квадрат со стороной 11 *мм*, в центре которого сверлят отверстие диаметром 7,5 *мм*, в которое плотно вставляют катушку. По краям квадратной гетинаксовой пластины ставят 0,2—0,3-*мм* стойки — выводы (рис. 3). В контуре используется сердечник из той же контурной катушки диаметром 5,5 и длиной 10 *мм*.

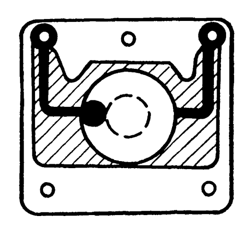

Рис. 4.

Таблица 1

Обозначения по схеме	Число витков	Марка и диаметр провода, *мм*	Порядок намотки
L_1	30	ПЭЛШО 0,35	Рядовая
L_2	6	ПЭЛШО 0,35	Рядовая, поверх L_1
L_3	72	ПЭШО 7×0,05	Рядовая на подвижном каркасе
L_4	6	ЛЭШО 7×0,05	Рядовая, рядом с L_3, без зазора
L_5	16	ПЭЛ 0,06	L_5 в двух верхних секциях по 8 витков, под обмоткой L_6
L_6	(4+46)+ +45+30	ПЭЛ 0,06	Для катушек L_5 и L_6 провод скручивается в три жилы, намотка «внавал»
L_7	6	ПЭЛШО 0,35	L_7 поверх L_8
L_8	26+2	ПЭЛШО 0,35	L_7 и L_8 — рядовая намотка
L_9	34+34+34	ПЭЛ 0,06	Все катушки ПЧ наматываются в 4 жилы. L_9 — намотка «внавал», отвод от середины
L_{10}	15	ПЭЛ 0,06	L_{10} в двух верхних секциях 7+8 витков, под L_9
L_{11}	250—300	ПЭШОК или ПШДШМ 0,08—0,1	L_{11} на кольце 600-НН и имеет омическое сопротивление 100—110 *ом*
L_{12}	34+34+34	ПЭЛ 0,06	Как L_9
L_{13}	10	ПЭЛ 0,06	Как L_{10}
L_{14}	70+70	ПЭЛ 0,06	На 2-х секциях «внавал», отвод от середины
L_{15}	35+35	ПЭЛ 0,06	На 2-х секциях «внавал», под L_{14}
$Тр_1$ *1—2*	1600	ПЭВ-2 0,08	
3—4—5	500+500	ПЭВ-2 0,08	
1—2—3	225+225	ПЭВ-1, 0,15	
$Тр_2$ *4—5*	66	ПЭВ-1 0,35	

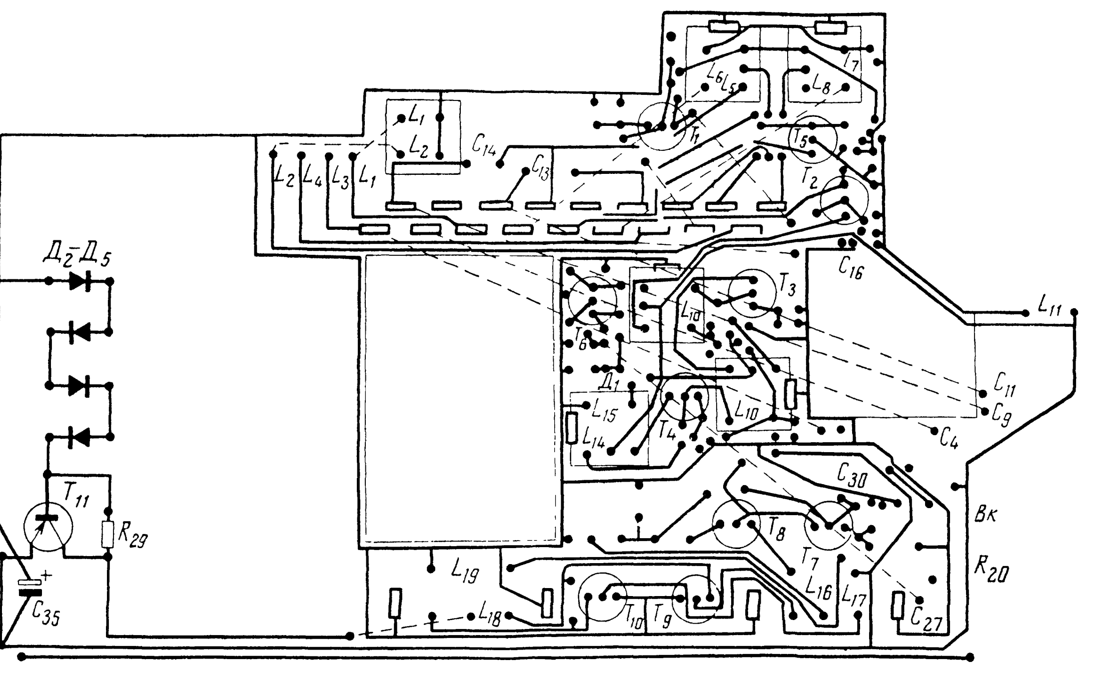

L1
L2
C14
C13
L2
L4
L3
L1
L6
L5
L8
T7
T1
T5
T2
C16
L11
T3
T6
L10
Д1
L15
L14
T4
L10
C11
C9
C4
C30
Вк
T8
T7
R20
L19
L16
L17
L18
T10
T9
C27
Д2–Д5
T11
R29
C35

Рис 5.

Переменный резистор R_{20} (см. рис. 1) совмещен с выключателем ВК от приемника «Нева».

Сердечники согласующего и выходного трансформаторов собраны из пластин Ш=5 (пермаллой типа 5Н), толщина набора 6 *мм*.

В радиоприемнике может быть использован с небольшой переделкой переключатель от приемника «Гауя» или аналогичный переключатель, имеющий шесть групп и два положения. Переключатель диапазонов «Гауя»

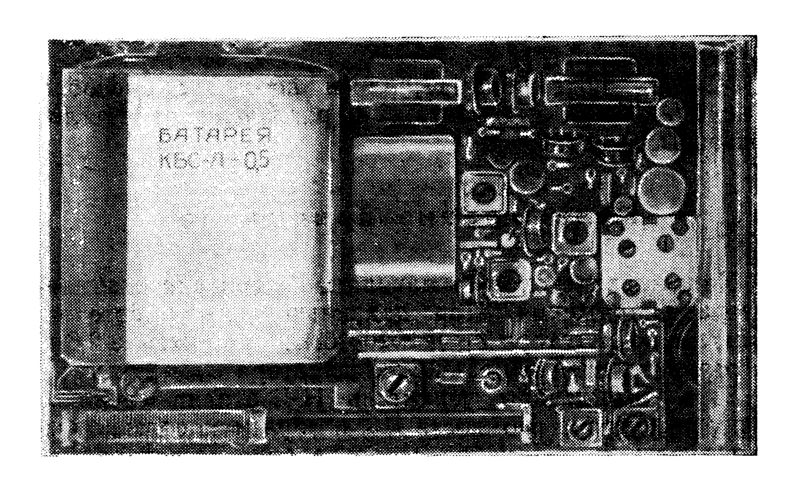


Рис. 6.

имеет два положения, но для пяти групп. На стороне, где расположены контакты двух групп, имеется еще одна неполная группа на два контакта. К этой группе следует подклеить из полистирола еще одно гнездо для пары контактов, которые создадут шестую группу переключателя.

В приемнике использованы резисторы типа УЛМ. Вместо резистора R_{27} лучше поставить термистор типа ММТ-13.

Электролитические конденсаторы в приемнике можно установить типа К50-6, «Тесла» или типа ЭМ. Прочие конденсаторы типа КДС, КДК, КДМ подбираются по принципу меньших размеров. Конденсаторы в цепи коротковолнового контура гетеродина — C_{10}, C_{13} жела-

тельно использовать типа ПМ. Конденсаторы C_{15}, C_{20} и C_{24} фильтров ПЧ лучше установить на корпусе самого трансформатора, как показано на рис. 4.

Переменный резистор R_{20} и включатель BK_1 крепят к монтажной плате на отдельном кронштейне двумя винтами.

Дроссель L_{11} следует намотать на ферритовом кольце 600-НН. Намотку производят проводом ПЭШОК, ПШДШМ или другим с аналогичными параметрами таким образом, чтобы омическое сопротивление дросселя было равно 100—110 *ом*. Намоточные данные катушек приведены в табл. 1.

Монтаж приемника выполнен печатным способом (рис. 5). Общий вид монтажа и расположение деталей показаны на рис. 6.

Налаживание приемника

Налаживание следует начинать с проверки стабилизатора напряжения. При правильной его работе на эмиттере транзистора T_{11} должно быть напряжение 2,6 *в*, на отрицательной обкладке конденсатора C_{16}—2,4 *в*.

Затем отключают усилитель НЧ, отпаяв среднюю точку регулятора громкости R_{20}, и обратную связь, отпаяв резистор R_{28}. Изменяя сопротивление резистора R_{27}, подбирают ток коллекторов транзисторов T_9 и T_{10}, равный 2—2,5 *ма*.

Токи в цепях коллекторов транзисторов T_7 и T_8 устанавливают подбором сопротивления этого же резистора, для T_7 — 0,2÷0,3 *ма* и T_8 — 0,6÷0,8 *ма*. При наличии звукового генератора и осциллографа следует проверить работу усилителя НЧ на отсутствие искажений на предельной мощности и уточнить характеристику выходного каскада.

При восстановлении цепи обратной связи усиление должно снизиться примерно в 3—4 раза при значительном улучшении качества воспроизведения сигнала. Может получиться и обратное явление, то есть увеличение усиления вплоть до самовозбуждения усилителя. В этом случае следует поменять местами концы вторичной обмотки Tp_2.

Настроив усилитель НЧ, приступают к настройке

усилителя ПЧ. Для этого восстанавливают связь усилителя НЧ со средней точкой регулятора громкости R_{20}, параллельно громкоговорителю включают ламповый вольтметр и отпаивают входной контур в точке соединения конденсатора C_3. Затем через конденсатор емкостью 200—300 *пф* от сигнал-генератора подают напряжение частотой 465 *кгц* на базу транзистора T_4 и, вращая сер-

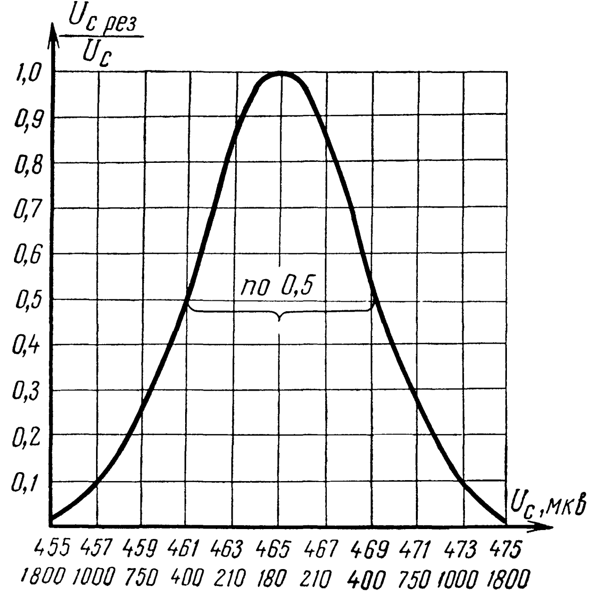


Рис. 7.

дечник контура L_{14}, L_{15}, добиваются наибольшего напряжения на выходе приемника, при этом регулятор громкости должен стоять в положении максимальной громкости. Подавая сигнал с ГСС на базы транзисторов T_3 и T_1, аналогично настраивают контуры L_{12}, L_{13} и L_9, L_{10}. Таким же образом повторяют настройку усилителя еще раз, уточняя ее.

По окончании настройки следует определить полосу пропускания усилителя ПЧ, так как от нее зависит избирательность приемника по соседнему каналу. Для определения полосы пропускания следует построить резонансную кривую (рис. 7).

По горизонтали откладывают частоту, а по вертикали — отношение напряжений $U_{с\ рез}/U_с$, где $U_{с\ рез}$ — напряжение на выходе сигнал-генератора в момент резонанса на промежуточной частоте, $U_с$ — напряжение на выходе сигнал-генератора на частоте, отличной от промежуточной.

Практически устанавливают сигнал-генератор на частоту 465 *кгц* и получают на выходе приемника определенное напряжение, которое соответствует напряжению сигнал-генератора $U_{с\ рез}$. Затем уменьшают или увеличивают частоту на 2 *кгц* и доводят напряжение на выходе приемника до первоначального, при этом напряжение сигнал-генератора увеличивается до $U_с$. Отношение напряжений $U_{с\ рез}/U_с$ дает необходимые точки резонансной кривой. Кривая должна быть симметричной, полоса пропускания определяется на уровне 0,5, то есть когда $U_{с\ рез}/U_с = 0{,}5$, на этом уровне она должна составлять 8—10 *кгц*.

Избирательность по соседнему каналу определяется по форме резонансной кривой при расстройке на 10 *кгц*. Для этого на резонансной кривой находим две точки, отстоящие от промежуточной частоты на 10 *кгц*. Отношение напряжений $U_с/U_{с\ рез}$, соответствующих этим точкам, и дает ослабление по соседнему каналу. В нашем примере на рис. 7 в точках 455 и 475 *кгц* $U_с = 1800$ *мкв*, значит общее отношение $\frac{1800+1800}{180} = 20$, то есть ослабление по соседнему каналу равно 20. Ориентировочно это соответствует 26 *дб*, что вполне достаточно для приемника данного типа.

Настроив усилитель ПЧ, можно приступать к настройке входных контуров и сопряжению их с гетеродинными. Это основная и наиболее сложная часть настройки приемника. Следует заметить, что большую роль в этой части настройки играет качество конденсатора переменной емкости, а именно, точное совпадение емкостей обеих секций конденсатора. Поэтому необходимо отрегулировать конденсатор перед установкой его на плату приемника.

Смысл настройки приемника по высокой частоте сводится к выполнению следующих операций: настройке антенного контура и сопряжению его с частотой гетеро-

динного контура с таким расчетом, чтобы при повороте ротора конденсатора C_4 обеспечивалось равенство:

$$f_с + f_п = f_г,$$

где $f_с$ — частота сигнала, $f_п$ — промежуточная частота, $f_г$ — частота гетеродина.

Однако добиться такого идеального сопряжения по всему диапазону практически невозможно, и настройка проводится по трем основным характерным точкам — в начале, конце и середине диапазона. Эти основные точки определяются по формулам сопряжения:

$$f_в = f_{ср} + \frac{\sqrt{3}}{4}(f_{макс} - f_{мин});$$

$$f_{ср} = \frac{f_{макс} + f_{мин}}{2};$$

$$f_н = f_{ср} - \frac{\sqrt{3}}{4}(f_{макс} - f_{мин}),$$

где $f_{ср}$ — средняя частота в середине диапазона, $f_в$ — частота в высокочастотной части диапазона, $f_н$ — частота в низкочастотной части диапазона.

Рассчитанные по этим формулам точки сопряжения указаны в табл. 2.

Таблица 2

Частота, *кгц*		$f_{мин}$	$f_н$	$f_{ср}$	$f_в$	$f_{макс}$
Диапазон	СВ	525	594	1062	1530	1605
	КВ	3950	4560	8025	11490	12100

Сначала устанавливают границы диапазонов для входных контуров. Для этого следует дополнительно ввести в схему вспомогательный детектор, то есть практически принять сигнал входного контура непосредственно на усилитель НЧ.

Отпаивают вывод средней точки резистора R_{20} и к ней через диод типа Д9 (рис. 8) непосредственно присое-

диняют базу транзистора T_1. Таким образом оказывается отключенной вся высокочастотная часть приемника. На выход приемника подключается ламповый вольтметр. На вход через эквивалент антенны подается сигнал с генератора. Для средних волн эквивалентом антенны может служить конденсатор емкостью 200 *пф*, а для коротких — непроволочный резистор сопротивлением 300 *ом*.

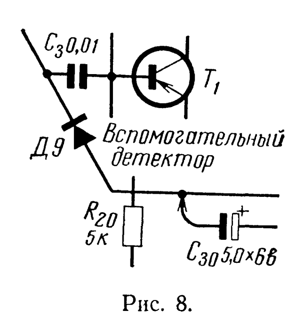


Рис. 8.

Ротор конденсатора C_4 устанавливают в положение максимальной емкости. Через эквивалент антенны на катушку индуктивности L_3 подают сигнал с ГСС частотой 525 *кгц* и добиваются максимального сигнала на выходе, передвигая катушку индуктивности L_3 по ферритовой пластине или изменяя количество ее витков. Затем переводят ротор конденсатора переменной емкости в положение минимальной емкости, с ГСС подают сигнал частотой 1605 *кгц* и настраивают входной контур на эту частоту, изменяя емкость конденсатора C_2. Настройку входного контура на частотах $f_{мин}$ и $f_{макс}$ производят несколько раз. После настройки средневолнового диапазона точно таким же методом настраивают коротковолновый диапазон входного контура, манипулируя на минимальной частоте $f_{мин}$ сердечником катушки индуктивности L_1, и на максимальной $f_{макс}$, изменяя емкость конденсатора C_1. При этом $f_{мин}$=3 950 *кгц* и $f_{макс}$ = 12 100 *кгц*.

Закончив настройку входных контуров, граничные частоты наносят на шкалу приемника и приступают к определению частот, соответствующих формулам точного сопряжения (табл. 2).

На средних волнах на эквивалент антенны с ГСС подают сигнал частотой $f_{ср}$ = 1062 *кгц*, и по максимальному отклонению стрелки лампового вольтметра на выходе приемника находят для этой частоты положение ротора конденсатора C_4. Затем, изменяя частоты сигнала до $f_н$ = 594 *кгц* и $f_в$ = 1530 *кгц*, находят соответствующее им положение ротора конденсатора переменной емкости. Все три частоты точного сопряжения наносят на

шкалу приемника или на диск большой шестерни конденсатора C_4.

Аналогично находят положения ротора конденсатора C_4 для частот точного сопряжения коротковолнового диапазона $f_{ср} = 8025$ *кгц*, $f_н = 4560$ *кгц* и $f_в = 11490$ *кгц* и отмечают эти положения на шкале приемника или на шестерне конденсатора переменной емкости.

Закончив разметку положений сопрягаемых частот и установив границы диапазонов, вспомогательный детектор отпаивают и восстанавливают схему приемника.

Для сопряжения входного контура с гетеродинным устанавливают конденсатор C_4 (по ранее установленным меткам) в положение, соответствующее $f_{ср} = 1062$ *кгц*, и с сигнал-генератора подают напряжение этой же частоты на вход приемника. Затем, перемещая сердечник гетеродинной катушки L_5, по максимальному напряжению на выходе приемника находят соответствующую частоту гетеродинного контура. Далее настраивают приемник на частоту $f_н = 594$ *кгц*, изменив соответственно частоту сигнала, и подстраивают гетеродин, подгоняя емкость сопрягающего конденсатора C_{14} (чем точнее будет сопряжение, тем качественнее получится настройка высокочастотной части приемника).

Затем конденсатор переменной емкости переводят на метку $f_в = 1530$ *кгц*, изменив соответственно частоту сигнал-генератора. Сопряжение ведут, регулируя емкость конденсатора C_9.

Сопряжение гетеродинного и входного контуров нужно проводить несколько раз и очень тщательно, так как от точности сопряжения этих контуров зависит качество работы приемника.

Сопряжение контура гетеродина и входного контура для коротковолнового диапазона проводят аналогично, но по частотам $f_н = 4560$ *кгц*, $f_{ср} = 8025$ *кгц*, $f_в = 11490$ *кгц*, устанавливая резонансную частоту для $f_{ср}$ передвижением сердечника катушки индуктивности L_8 гетеродина, для $f_н$ — подбором емкости сопрягающего конденсатора C_{13} и для $f_в$ — изменением емкости подстроечного конденсатора C_{11}.

По окончании сопряжения контуров на шкалу приемника следует нанести промежуточные частоты.

ПРИБОР ДЛЯ ТОЧНОЙ УСТАНОВКИ ЧАСТОТЫ ГЕНЕРАТОРА

Н. Осипов

В радиолюбительской практике и при лабораторных работах часто приходится устанавливать частоту лабораторных генераторов с точностью, которая выше паспортной в десятки и даже сотни раз. Подавляющее большинство промышленных генераторов имеют погрешность установки частоты порядка $\pm 1 \div 3\%$ и деления на их шкалы нанесены через несколько килогерц, поэтому устанавливать частоты через 100—200 *гц* на таких генераторах невозможно.

Потребность в такого рода отсчетах нередко возникает при снятии частотных характеристик узкополосных резонансных систем, например, кварцевых и электромеханических фильтров однополосных возбудителей любительских передатчиков, и ряде других случаев. Указанное обстоятельство и привело к созданию описываемого ниже прибора.

Он позволяет также разгонять частоты кварцевых резонаторов для опорных генераторов и кварцевых фильтров и может использоваться как нуль-индикатор при сравнении частот двух генераторов.

Прибор рассчитан на работу в диапазоне частот от 30 до 500 *кгц*. Точность установки частоты составляет $0{,}3 \div 0{,}05\%$ при использовании опорного кварцевого генератора с погрешностью $10^{-4} \div 10^{-5}$.

Входные напряжения могут изменяться от 0,5 до 100 *в* и на погрешность установки частоты никакого влияния не оказывают.

Диапазон измерения изменения частоты разбит на два поддиапазона: от 0 до 1000 *гц* и от 0 до 5000 *гц*. Точность измерения встроенного частотомера равна $\pm 2\%$.

Принцип действия прибора

Работа прибора основана на измерении разности частот опорного кварцевого генератора и лабораторного генератора плавного диапазона с отсчетом этой разно-

сти непосредственно по шкале стрелочного измерителя частоты.

Зная частоту кварцевого генератора, разность частот кварцевого и плавного генераторов, а также знак расстройки, который определяется по шкале лабораторного генератора плавного диапазона, можно устанавливать и определять частоту лабораторного генератора в диапазоне $F_{кв} \pm 1000$ *гц* или $F_{кв} \pm 5000$ *гц* для двух пределов измерения прибора, где $F_{кв}$ — частота опорного кварцевого генератора в *гц*.

Точность установки частоты плавного генератора при этом будет во столько раз выше точности отсчета частоты биений, во сколько раз последняя меньше устанавливаемой частоты. С увеличением рабочей частоты точность повышается, приближаясь к точности частоты опорного кварцевого генератора.

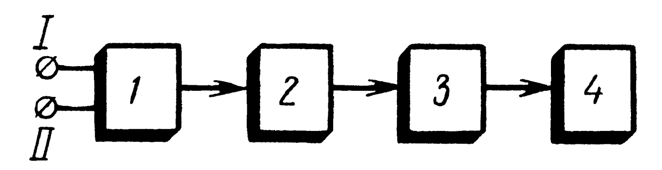
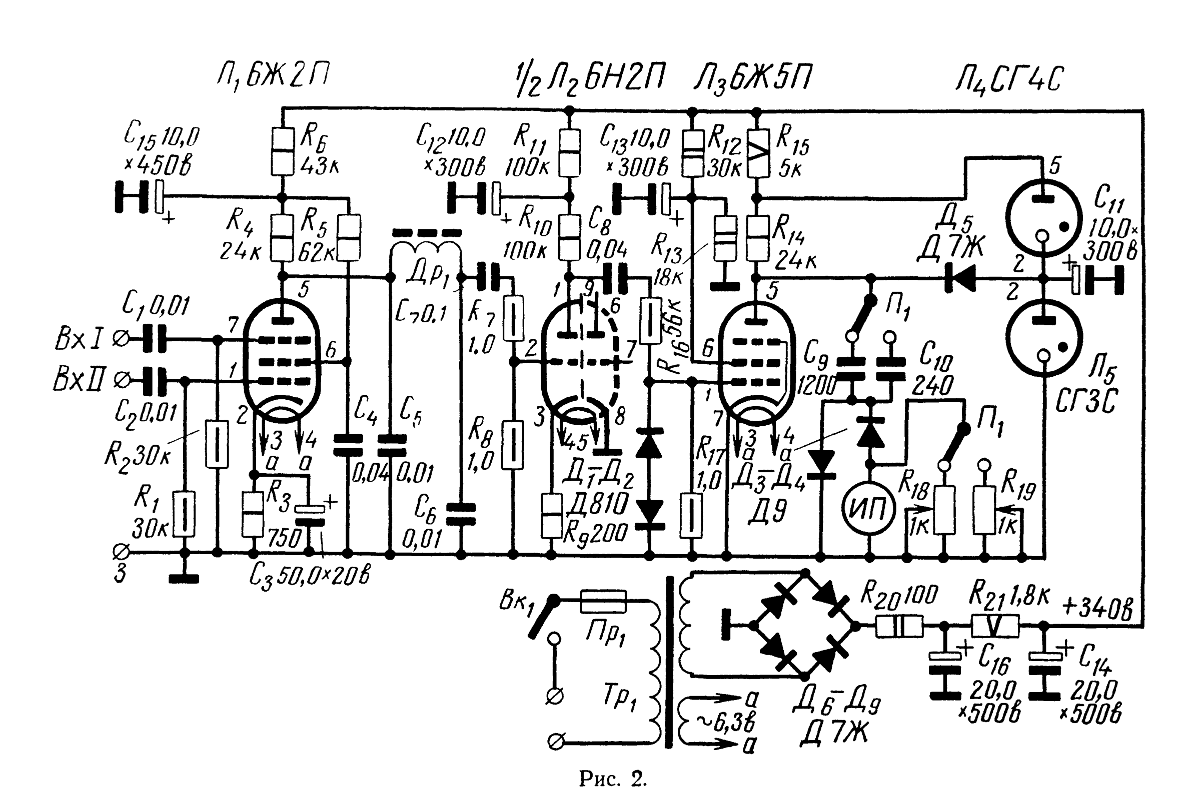


Рис. 1.

Прибор (см. блок-схему на рис. 1) состоит из смесителя *1*, усилителя-ограничителя *2*, каскада формирования прямоугольных импульсов с постоянной амплитудой *3* и диодно-конденсаторного частотомера *4* со стрелочным индикатором на выходе.

Схема прибора

Принципиальная электрическая схема прибора приведена на рис. 2. Напряжение с кварцевого генератора и генератора плавного диапазона подается на два входа прибора Bx_I и Bx_{II} и через конденсаторы C_1 и C_2 соответственно на пентодную и управляющую сетки смесительной лампы $Л_1$ типа 6Ж2П. На резисторе анодной нагрузки R_4 выделяется напряжение частоты биений,



Л1 6Ж2П
1/2 Л2 6Н2П
Л3 6Ж5П
Л4 СГ4С
C15 10,0 ×450в
R6 43к
C12 10,0 ×300в
R11 100к
C13 10,0 ×300в
R12 30к
R15 5к
R4 24к
R5 62к
Др1
R10 100к
C8 0,04
R13 18к
R14 24к
Д5 Д7Ж
C11 10,0× 300в
C1 0,01
Вх I
Вх II
C2 0,01
C7 0,1
R7 1,0
R16 56к
П1
C9 1200
C10 240
Л5 СГ3С
R2 30к
R1 30к
R3 750
C3 50,0×20в
C4 0,04
C5 0,01
C6 0,01
R8 1,0
Д1-Д2 Д810
R9 200
R17 1,0
Д3-Д4 Д9
ИП
R18 1к
R19 1к
З
Вк1
Пр1
Тр1
~6,3в
Д6-Д9 Д7Ж
R20 100
R21 1,8к
+340в
C16 20,0 ×500в
C14 20,0 ×500в

Рис. 2.

получающееся в результате смешения напряжений двух частот — частоты опорного кварцевого генератора и частоты лабораторного генератора плавного диапазона. Напряжение частоты биений через фильтр, состоящий из дросселя $Др_1$ и конденсаторов C_5, C_6, поступает на управляющую сетку лампы $Л_2$ усилительно-ограничительного каскада.

Усилительно-ограничительный каскад собран на одном из триодов лампы типа 6Н2П. Напряжение частоты биений усиливается и частично ограничивается этим каскадом и с резистора анодной нагрузки R_{10} через конденсатор C_8 и резистор R_{16} подается на управляющую сетку лампы $Л_3$ каскада формирования прямоугольных импульсов, который собран на пентоде типа 6Ж5П и двух газовых стабилитронах $Л_4$, $Л_5$ типа СГ4С и СГ3С. В цепь управляющей сетки лампы $Л_3$ по схеме двухстороннего ограничителя включены два кремниевых стабилитрона $Д_1$ и $Д_2$ типа Д-810. Задача их состоит в том, чтобы дополнительно ограничить положительные и отрицательные полуволны напряжения частоты биений на уровне порядка 10 *в*.

Питание на экранную сетку лампы $Л_3$ подается с делителя, собранного на резисторах R_{12} и R_{13}, питание анодной цепи стабилизируется газовыми стабилитронами. Каскад формирования прямоугольных импульсов позволяет получить прямоугольные импульсы с амплитудой 150 *в* и частотой, равной частоте биений. Рассмотрим работу этого каскада более подробно.

Когда на управляющую сетку лампы $Л_3$ поступает отрицательная полуволна напряжения частоты биений — лампа закрывается. Напряжение на ее аноде в этом случае равно сумме напряжений на последовательно соединенных стабилитронах $Л_4$ и $Л_5$, то есть 255 *в*.

При перемене знака напряжения на управляющей сетке лампы $Л_3$ анодный ток ее начинает расти, и напряжение на аноде уменьшается в результате увеличения падения напряжения на анодной нагрузке. Это уменьшение напряжения может происходить, однако, только до величины, определяемой напряжением на аноде стабилитрона $Л_5$, то есть до 105 *в*, после чего открывается диод $Д_5$ типа Д7Ж и анодное напряжение на лампе $Л_3$ стабилизируется на уровне 105 *в*. Таким образом, напряжение на аноде лампы $Л_3$ не может быть выше 255 *в*

и ниже 105 *в*, в результате и формируются импульсы прямоугольной формы с равной и постоянной амплитудой.

К выходу этого каскада подключен диодно-конденсаторный частотомер, по шкале индикаторного прибора *ИП* которого производится отсчет частоты биений. Частотомер состоит из конденсаторов C_9, C_{10}, диодов $Д_3$, $Д_4$, проволочных переменных резисторов R_{18}, R_{19} и переключателя $П_1$. При отрицательной полуволне напряжения на управляющей сетке лампы $Л_3$ конденсаторы C_9 или C_{10} (в зависимости от диапазона прибора) заряжаются через диод $Д_4$ до напряжения 255 *в*. При положительной полуволне происходит разряд этих конденсаторов через измерительный прибор *ИП* и диод $Д_3$. Ток через измерительный прибор прямо пропорционален частоте прямоугольных импульсов, так как амплитуда их постоянна, а емкость конденсаторов C_9 или C_{10} неизменна.

Следовательно, показания индикаторного прибора *ИП* дают нам возможность непосредственно видеть на его шкале частоту биений между напряжениями двух частот на входе смесителя.

Резисторы R_{18} и R_{19} служат для подгонки диапазонов измерения частоты биений при налаживании всего прибора в целом.

Питается прибор от сети переменного тока напряжением 220 *в*. Выпрямитель собран на четырех диодах $Д_6 \div Д_9$ типа Д7Ж по мостовой схеме.

Сглаживающий фильтр состоит из резистора R_{21} и двух электролитических конденсаторов C_{16}, C_{14}.

Резистор R_{20} служит для защиты полупроводниковых диодов от пробоя при включении прибора в сеть. Выпрямитель дает напряжение 340 *в* при токе 40 *ма*.

Конструкция и детали

Прибор смонтирован на горизонтальном шасси из стали толщиной 1 *мм*, размеры шасси 300×200×60 *мм*. Передняя панель размером 300×200 *мм* изготовлена из алюминия толщиной 4 *мм*. Весь прибор помещен в кожух из миллиметровой стали.

На горизонтальном шасси расположены лампы при-

бора, силовой трансформатор $Тр_1$, дроссель $Др_1$, проволочные переменные резисторы R_{18} и R_{19}.

На лицевой панели размещен индикаторный прибор, выключатель сетевого напряжения, колодка предохранителя, два гнезда входа прибора и гнездо заземления. Один из стабилитронов виден в прорезанное окно и служит индикатором включения прибора.

Резисторы, диоды, постоянные и электролитические конденсаторы расположены в подвале шасси. Постоянные резисторы применены типа МЛТ, а конденсаторы типа КБГИ и КСО. Резисторы R_{18} и R_{19} типа ПП-3. Ставить вместо них резисторы других типов, например СП или СПО, нежелательно, так как они менее стабильны во времени, чем проволочные.

Измерительным прибором служит микроамперметр типа М-256 со шкалой на 100 *мка*.

Дроссель $Др_1$ намотан в карбонильном горшкообразном сердечнике СБ-5 проводом ПЭЛ 0,15 до заполнения каркаса. Силовой трансформатор можно применить любой, рассчитанный на напряжение порядка 350 *в* и ток 50 *ма*.

Налаживание прибора состоит в том, чтобы подогнать диапазоны частотомера 1000 *гц* и 5000 *гц*. Для этого на любой из входов прибора от генератора низкой частоты подается напряжение с частотой 1000 *гц* для одного диапазона и 5000 *гц* для второго.

Резисторами R_{18} и R_{19} устанавливают конечное отклонение стрелки индикаторного прибора на каждом диапазоне.

Работа с прибором

Существует три метода работы с прибором.

I. **Установка частоты лабораторного генератора.** На вход $Вх_I$ и $Вх_{II}$ подают напряжение от двух источников — опорного кварцевого генератора и генератора плавного диапазона, частоту которого устанавливают. По шкале индикаторного прибора *ИП*, вращая ручку настройки лабораторного генератора, устанавливают его частоту через необходимый для работы интервал.

II. **Прибор как нуль-индикатор частот.** На оба входа прибора подают напряжение частот с генераторов и,

изменяя частоту одного из них, устанавливают по индикаторному прибору нулевые показания. Вполне очевидно, что это будет соответствовать равенству частот обоих генераторов. При этом нужно иметь в виду возможность ложной настройки на нулевые биения, когда частота одного из генераторов будет в два раза больше или меньше частоты другого.

III. **Разгонка частот** кварцевых резонаторов для фильтров и опорных генераторов любительских передатчиков с однополосной модуляцией. Собирают два генератора, в которые помещают кварцевые резонаторы, выходы этих генераторов подключают ко входам прибора. По показаниям стрелочного индикатора, изменяя частоту кварцевых резонаторов известными способами (стиранием или наращиванием проводящего слоя на кварцевых пластинах), разгоняют их частоту относительно одного из кварцев на необходимую величину.

ПРИСТАВКА К АВОМЕТРУ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАНЗИСТОРОВ

В. Слатин

Для измерения параметров транзисторов предложено довольно много разнообразных приборов, однако в любительских условиях наиболее рационально использовать прибор в виде приставки, подключаемой с помощью щупов к авометру без каких-либо переделок последнего.

В описываемой приставке (рис. 1) использован авометр типа Ц-437, но вместо него можно с одинаковым успехом использовать и любой другой авометр, как промышленного (что предпочтительнее), так и самостоятельного изготовления, имеющий низший предел измерения по постоянному току 0,1 *ма*.

Схема приставки приведена на рис. 2. Приставка позволяет измерять обратный ток коллектора — $I_{ко}$, начальный ток коллектора — $I_{кн}$, обратный ток эмиттерного перехода — $I_{эо}$, ток коллектора — $I_{к}$ и базы — $I_{б}$,

напряжение коллектор-эмиттер — $U_{кэ}$ транзисторов типов *p-n-p* и *n-p-n* в так называемом линейном режиме, который определяет усилительные свойства транзисторов.

Измерительные схемы по каждому из названных выше параметров для транзисторов типа *p-n-p* показаны

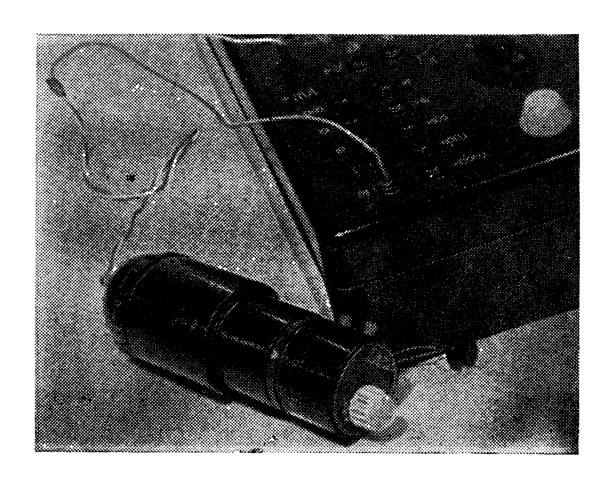


Рис 1.

на рис. 3*а, б, в, г, д.* На рис. 3, *е* как пример показана схема измерений $I_б$ для транзистора типа *n-p-n.*

Переменный резистор $R_1=250—300$ *ком* служит для регулировки тока базы, а следовательно, и тока коллектора. При измерениях $I_{ко}$, $I_{кн}$ и $I_{эо}$ резистор R_1 должен быть закорочен своим движком ($R_1=0$), вместо него в схему вводят ограничительный резистор $R_2=10—15$ *ком,* предохраняющий авометр от повреждения при неисправном испытуемом транзисторе.

Измерение значений $I_к$, $I_б$ и $U_{кэ}$ имеет целью определение таких параметров транзисторов, как коэффициент усиления по току в схеме с общим эмиттером или, как его правильно называют,— коэффициент передачи тока базы — $B_о$ (см. «Радио» № 10, 1962 г. стр. 39), входного и выходного сопротивлений транзистора — $R_{вх}$ и $R_{вых}$.

Коэффициент передачи тока базы определяется отношением

$$B_0 = \frac{I_к}{I_б}.$$

При этом нужно иметь в виду, что определенная таким образом величина B_0 при постоянном токе будет иметь максимальное значение; при переменном токе и с повышением его частоты B_0 уменьшается. Величина B_0

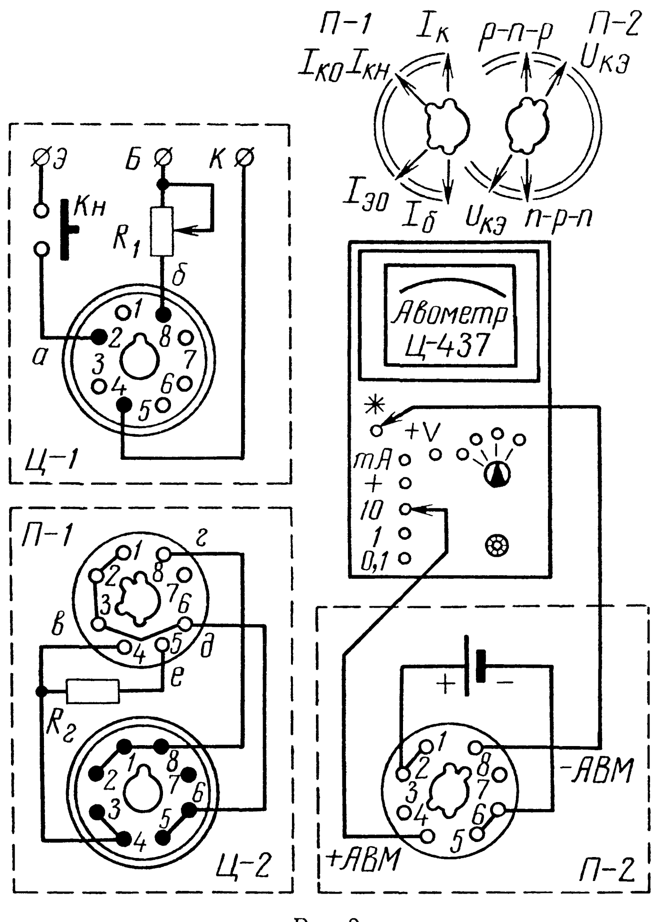


Рис 2.

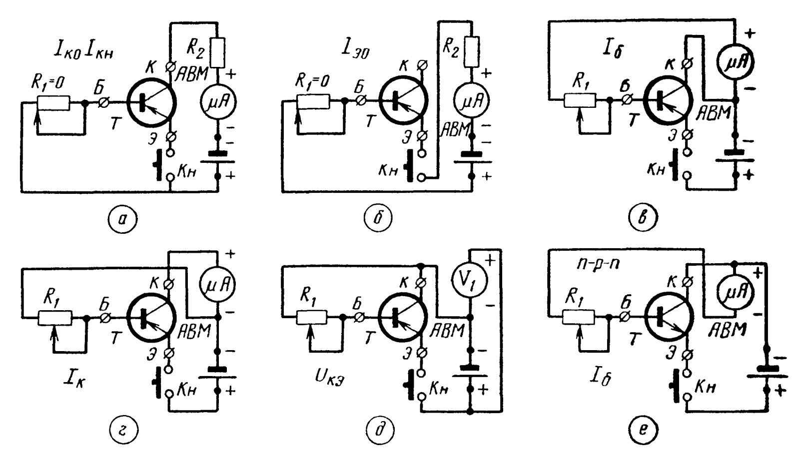


Рис 3.

зависит также и от тока коллектора, как это показано на графике, приведенном на рис. 4. Максимальное значение $B_о$, определяющее оптимальный режим работы транзистора, будет иметь место при оптимальном значении $I_{к\ опт}$, всегда меньшем, чем предельное значение $I_{к\ пред}$ для данного транзистора. Поэтому измерение параметров транзисторов следует делать в установленном порядке. Измерение $I_{ко}$, $I_{кн}$ и $I_{эо}$ дает возможность судить об общей пригодности данного транзистора для работы в выбранной схеме. Далее, устанавливая несколько значений $I_к$, начиная с $I_{к\ пред}$ для данного транзистора (для П13—П15 $I_{к\ пред} = 10$ *ма*), измеряют соответствующие им значения $I_б$. Сравнивая полученные значения $B_о$, можно выбрать $I_{к\ опт}$, для которого далее измеряется $U_{кэ}$.

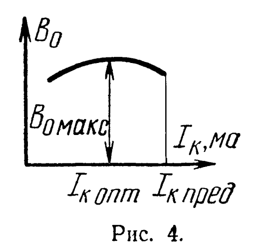


Рис. 4.

По измеренным $I_к$ и $U_{кэ}$ можно определить выходное сопротивление транзистора

$$R_{вых} = \frac{U_{кэ} \cdot 10^3, в}{I_к, ма}, \ ом.$$

Входное сопротивление транзистора можно определить, приняв среднее значение напряжения эмиттер-база

$U_{эб} = 0{,}5$ *в*, которое для маломощных транзисторов почти постоянно (колеблется в пределах 0,4—0,6 *в*)

$$R_{вх} = \frac{0{,}5 \cdot 10^6}{I_б} = \frac{500\,000}{I_б\text{, мка}}, \text{ ом.}$$

Токи $I_{ко}$, $I_{кн}$, $I_{эо}$ и $I_б$ измеряют авометром при низшем пределе измерения (для маломощных транзисторов на пределе не более 0,1 *ма*=100 *мка*). Ток коллектора устанавливают с помощью резистора R_1 по шкале авометра, соответствующей предельному значению тока коллектора для данного транзистора. Напряжение $U_{кэ}$ измеряется по шкале авометра, соответствующей максимальному значению напряжения источника питания.

В схему введена кнопка *Кн*, которая служит коммутирующим элементом при измерении $I_{ко}$ и $I_{кн}$, а также при измерении напряжения источника питания и напряжения $U_{кэ}$, кроме того она включает источник питания в измерительные схемы, поэтому отсчеты по шкале авометра при измерении $I_{кн}$, $I_б$, $I_к$ и $U_{кэ}$ следует делать при нажатой кнопке *Кн*.

Конструктивно схема приставки разбита на три блока (на рис. 2 обведены пунктиром), которые размещаются в ламповых цоколях октальной серии Ц-1 и Ц-2 на ламповых панельках П-1 и П-2. В направляющих отверстиях панелек сделаны дополнительные пропилы для ключей цоколей, что создает необходимую коммутацию измерительных схем, представленных на рис. 3.

Детали первого блока — зажим транзистора, переменный резистор R_1 типа СПО и кнопка *Кн* — смонтированы на гетинаксовой панельке круглой формы по размеру верхней части цоколя и размещаются в цоколе Ц-1. Соединение деталей показано на рис. 2. Выводы от кнопки (*а*), резистора R_1(*б*) и зажима *К* припаивают соответственно ко *2, 8* и *4* ножкам цоколя.

Конструкция зажима транзистора показана на рис. 5. Между панелькой *1* и дном цоколя *9* поставлена выпиленная из органического стекла стойка *2*, в отверстия которой вставлены изготовленные из посеребренной проволоки диаметром 0,65—0,70 *мм* контакты *3* и *4*. Под эти контакты подложены кусочки резиновой трубки (вентильной от велосипеда), благодаря ее упругости контакты прижимаются к кнопочным головкам *8* и *7*, вставленным в отверстия цоколя *9*. Верхней частью стойка *2*

плотно вставлена в прямоугольное отверстие панельки *1*, а внизу крепится к донышку цоколя *9* винтом *10* с резьбой М-2. Контакт *4* с эмиттерным контактом *3* и кнопочной головкой *7* образуют кнопку *Кн*.

При нажатии на кнопку *8* резиновая трубка сжимается, а контакты *3* своими кольцевыми головками входят в отверстия диаметром 2,6 *мм* соосно с вертикальными гнездами диаметром 1 *мм*, в которые вставляются проволочные выводы транзистора, соответственно обозначениям *Э, Б, К*. При отпускании кнопки *8* контакты *3* надежно зажимают в гнездах выводы транзистора, создавая с ними необходимый контакт.

Во втором блоке ламповая панелька П-1 вставлена в цоколь Ц-2 и закреплена двумя винтами М-2. Между *4* и *5* лепестками панельки впаян резистор R_2 типа МЛТ-0,5. Распайка лепестков панельки П-1 и ножек цоколя приведена на рис. 2.

В третьем блоке ламповая панелька П-2 вставлена

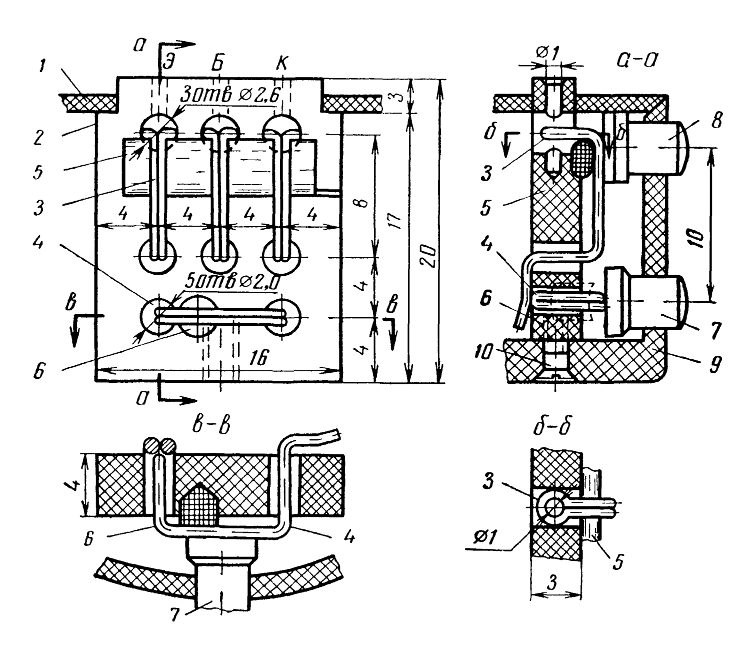


Рис. 5.

и закреплена в нижней части корпуса карболитового электропатрона. К лепесткам *6* и *2* панельки подводится соответственно «+» и «—» внутреннего или внешнего источника питания. От лепестков *4* и *8* выводятся гибкие проводники с щупами для включения в соответствующие гнезда авометра. Для щупов удобно использовать штырьки от ламповых октальных цоколей с надетыми на них хлорвиниловыми трубками.

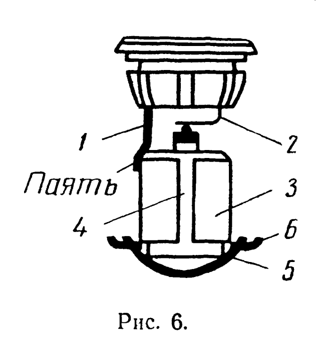


Рис. 6.

Внутренний источник питания — элемент 13ФМЦ-0,25 со снятой картонной оболочкой закреплен в жестяной обойме *3* (рис. 6), которая припаивается непосредственно ко второму лепестку ламповой панельки, а шестой лепесток изгибается для контакта с плюсовым электродом элемента *4*. Для крепления элемента *4* на ушки *6* обоймы *3* обычно натягивают резиновое кольцо *5*.

При питании от внешнего источника (выпрямитель, батарея элементов и т. д.) к *6* и *2* лепесткам панельки припаивают выводные концы гибких проводов необходимой длины, при этом элемент 13ФМЦ должен быть удален.

На наружную поверхность цоколей и патрона наносят штрихи и надписи вида измерений соответственно положению цоколей в ламповых панельках.

Собранная таким образом приставка никакого налаживания не требует.

В целях уменьшения усилия при разъеме цоколя Ц-1 и панельки П-1 следует удалить все нерабочие ножки и лепестки.

Работа с приставкой не сложна, но требует определенной последовательности и внимания при установке щупов приставки в гнезда авометра, чтобы не вызывать «зашкаливания» стрелки измерительного прибора, что может вывести его из строя. Лучше начинать любое измерение с более высокого предела, последовательно переходя на низшие так, чтобы отсчет по шкале прибора приходился на вторую половину. Это дает более точный результат.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОЩАДИ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Г. Шепс

Бурное развитие производства химических волокон в СССР настоятельно требует расширения фронта работ по созданию приборов для их физико-механических испытаний.

К числу этих испытаний относится определение площади поперечного сечения. Методы, основанные на взвешивании волокна определенной длины, весьма трудоемки.

Предлагаемый прибор позволяет повысить производительность труда лаборанта в пять-шесть раз и значительно облегчает условия его труда.

Прибор (рис. 1) состоит из опорного генератора, работающего на определенной фиксированной частоте f_2 и измерительного генератора, настроенного на частоту f_1.

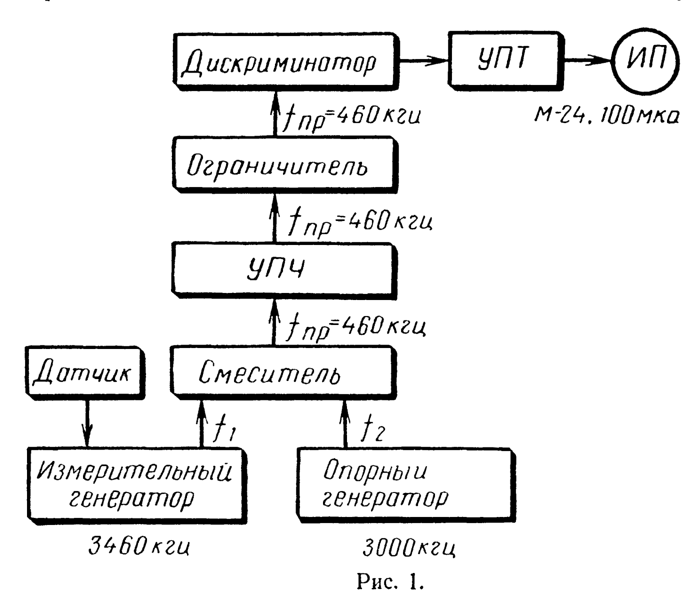


Рис. 1.

Напряжения обеих частот поступают в смеситель, где преобразуются в сигнал промежуточной частоты $f_{пр} = f_1 - f_2$.

Последний подается на двухкаскадный полосовой усилитель напряжения и далее на амплитудный ограничитель.

С выхода ограничителя сигнал промежуточной частоты поступает на частотный детектор, отрегулированный таким образом, что при частоте, равной 460 *кгц*, его выходной сигнал равен нулю.

Выходной сигнал частотного детектора используется для управления усилителем постоянного тока, работающим на стрелочный индикатор магнитоэлектрического типа (в нашем случае прибор М-24 на ток 100 *мка*).

Показания этого прибора равны нулю при напряжении на входе усилителя постоянного тока равном нулю, то есть при $f_{пр} = 460$ *кгц*.

Принципиальная схема

Измерительный генератор. Из множества существующих практических схем автогенераторов выбрана схема емкостной трехточки (рис. 2). Она проста в налаживании и при прочих равных условиях обеспечивает более высокую стабильность по частоте.

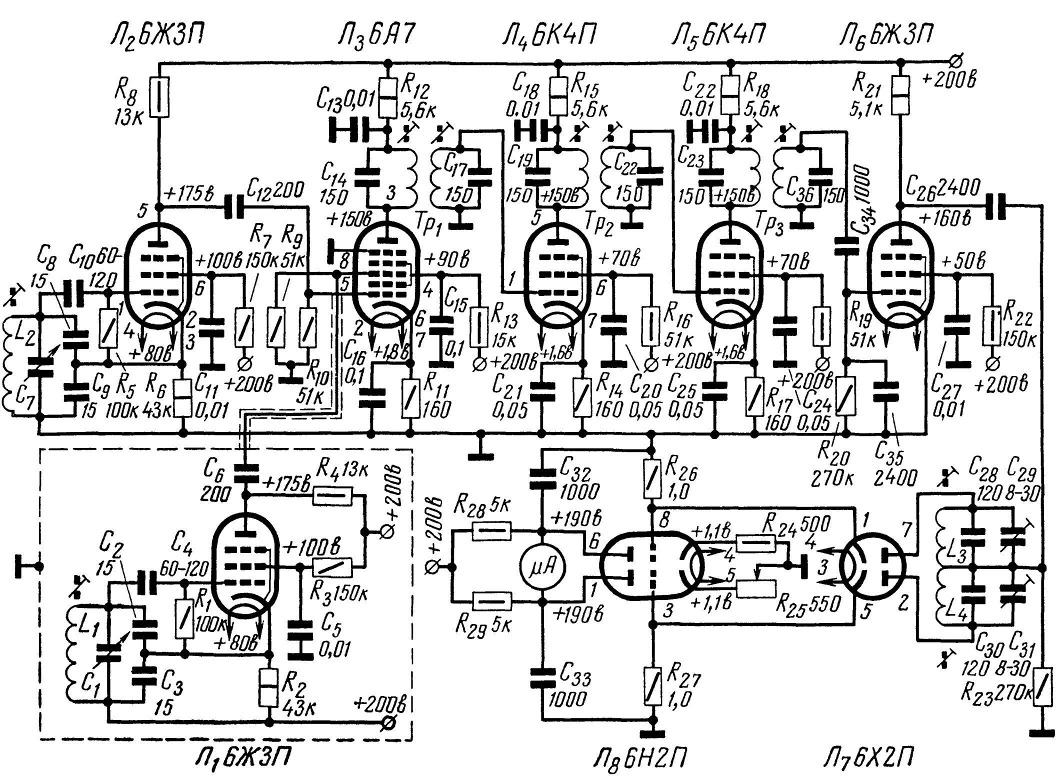
Частота колебаний генератора в исходном состоянии — 3460 *кгц*, индуктивность контура — 30 *мкгн*, емкость 68 *пф*.

Емкость колебательного контура состоит из емкости датчика и емкости конденсатора для установки нуля и калибровки прибора.

Емкостный датчик представляет собой плоскопараллельный конденсатор с пластинами размером 10×4 *мм*, укрепленными на основании из органического стекла. Расстояние между пластинами должно быть по возможности небольшим (в нашем случае оно составляет 0,3 *мм*).

Емкость плоскопараллельного конденсатора может быть подсчитана по формуле:

$$C = 0{,}089 \frac{S \cdot \varepsilon}{d}, \text{ пф}$$


Л2 6Ж3П
Л3 6А7
Л4 6К4П
Л5 6К4П
Л6 6Ж3П
Л1 6Ж3П
Л8 6Н2П
Л7 6Х2П
+200в
Тр1
Тр2
Тр3
μA
Рис. 2.

где S — площадь обкладок в *см*^{2},

d — расстояние между обкладками — *см*,

ε — относительная диэлектрическая проницаемость среды, которая для воздуха равна 1.

Значит, емкость датчика равна:

$$C = 0{,}089 \frac{0{,}4 \cdot 1}{0{,}03} = 1{,}16 \text{ пф}.$$

Химические волокна имеют ε в пределах $2 \div 5$. При внесении волокон в воздушный зазор датчика его ем-

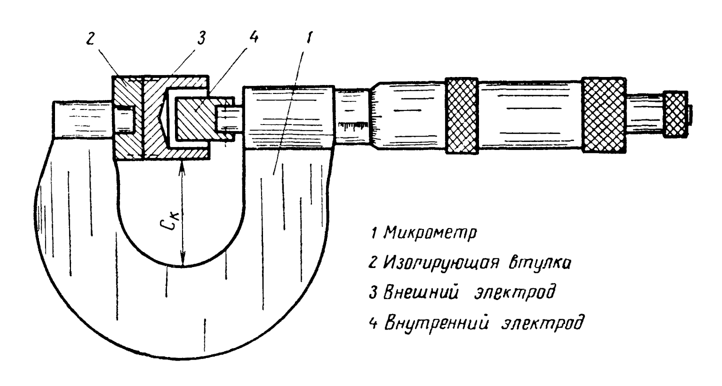


Рис. 3

кость увеличивается. Это явление и используется в работе прибора. Например, капроновое волокно № 2500 (в одной нити 12 волокон) изменяет емкость датчика на 0,055 *пф*.

Переменная емкость для установки нуля и калибровки прибора представляет собой коаксиальный конденсатор на базе стандартного микрометра с пределами измерения 25—50 *мм* (рис. 3).

Внутренний диаметр внешнего электрода $D = 2$ *см*, наружный диаметр внутреннего электрода $d = 1{,}4$ *см*.

Емкость изменяется при осевом перемещении внутреннего электрода. При этом градиент изменения емкости $K_c = 0{,}00015$ *пф/мк*.

Полный ход внутреннего электрода датчика составляет 10 *мм*, а соответствующее ему изменение емкости 1,5 *пф*.

В генераторе применяется параметрическая стабилизация частоты. Поэтому серьезное внимание следует уделить вопросу термокомпенсации. В нашем случае для этой цели в колебательный контур включен конденсатор емкостью 13 *пф*, имеющий отрицательный ТКЕ.

Опорный генератор выполнен на лампе $Л_2$ типа 6Ж3П. Частота его — 3000 *кгц*, индуктивность — 30 *мкгн*, суммарная емкость колебательного контура — 94 *пф*, из них с отрицательным ТКЕ — 19,5 *пф*.

Преобразователь частоты собран на лампе $Л_3$ типа 6А7 по типовой схеме. Режим оптимального преобразования достигается подбором амплитуды напряжения, поступающего с опорного генератора. При сопротивлении резистора в цепи первой сетки $R_{10}=51$ *ком* и токе в цепи первой сетки $I_{g1}=500$ *мка* крутизна преобразования $S_{пр}=0{,}45\ \frac{ма}{в}$.

Анодной нагрузкой преобразовательного каскада является стандартный полосовой фильтр, настроенный на частоту 460 *кгц*.

Усилитель ПЧ выполнен на лампах $Л_4$, $Л_5$ типа 6К4П в виде полосового усилителя.

При выбранных электрических параметрах схемы коэффициент усиления одного каскада составляет $K=200$. Общий коэффициент усиления тракта ПЧ равен $4 \cdot 10^4$.

Ограничитель собран на лампе 6Ж3П по схеме сеточного ограничения.

При увеличении уровня входного сигнала растет сеточный ток и падение напряжения на резисторе R_{20}, в результате рабочая точка лампы смещается влево по характеристике. Для эффективной работы ограничителя необходимо применять лампу с резкой отсечкой анодного тока. Этому требованию вполне удовлетворяет пентод типа 6Ж3П.

Постоянная времени цепочки R_{20}, C_{35} в сеточной цепи должна удовлетворять условию $\tau > 50T$, где T — период ограничиваемого сигнала. Для частоты 460 *кгц* $T = 0{,}22 \cdot 10^{-3}$ *сек*. При указанных в схеме $R_{20}=270$ *ком*, $C_{35}=2400$ *пф* постоянная времени цепочки $\tau=0{,}65 \cdot 10^{-3}$. Порог ограничения 5 *в*.

В приборе используется частотный детектор на расстроенных контурах. Эта схема обеспечивает легкую

перестройку полосы пропускания детектора, что весьма важно при проведении экспериментов.

Сигнал промежуточной частоты с ограничителя поступает одновременно на два колебательных контура L_3, C_{28} и L_4, C_{30}, настроенных соответственно на частоты 455 *кгц* и 465 *кгц*.

Напряжение, действующее на этих контурах, выпрямляется диодами лампы $Л_7$ типа 6Х2П и поступает на нагрузочные резисторы R_{26} и R_{27}. Постоянные напряжения, выделенные на R_{26} и R_{27}, отрицательной полярностью поступают на управляющие сетки лампы $Л_8$ выходного каскада.

Если в датчике отсутствует измеряемое волокно, то, как указывалось выше, промежуточная частота равна 460 *кгц*. При этом расстройка контуров L_3, C_{28} и L_4, C_{30} относительно воздействующего сигнала будет одинакова и составит 5 *кгц* Поэтому переменные напряжения на контурах L_3, C_{28} и L_4, C_{30} и постоянные напряжения на нагрузочных резисторах R_{26} и R_{27} также будут одинаковы.

При внесении волокна в датчик частота измерительного генератора уменьшится, и промежуточная частота станет меньше 460 *кгц*.

Это приведет к уменьшению расстройки контура L_3, C_{28} и увеличению расстройки контура L_4, C_{30}. В результате переменное напряжение на контуре L_3, C_{28} возрастет, а на L_4, C_{30} уменьшится. Аналогично изменятся и напряжения на резисторах R_{26} и R_{27}.

Усилитель постоянного тока выполнен по балансной схеме на двойном триоде типа 6Н2П. Измерительный прибор включен между анодами триодов. Перед началом измерений схема балансируется с помощью переменного резистора R_{25}.

При отсутствии волокна в датчике потенциалы управляющих сеток одинаковы, схема сбалансирована и показания прибора равны нулю.

При помещении волокна в датчик потенциалы сеток изменяются в противоположных направлениях, а величина возникающего разбаланса пропорциональна площади поперечного сечения внесенного волокна, что и фиксируется измерительным прибором.

Анодные цепи прибора питаются от электронного стабилизатора напряжения, дающего на выходе стаби-

лизированное напряжение 200 *в* при коэффициенте стабилизации около 100 раз (рис. *4*).

Накальные цепи питаются непосредственно от накальной обмотки силового трансформатора. Мощность используемого силового трансформатора 80 *вт*.

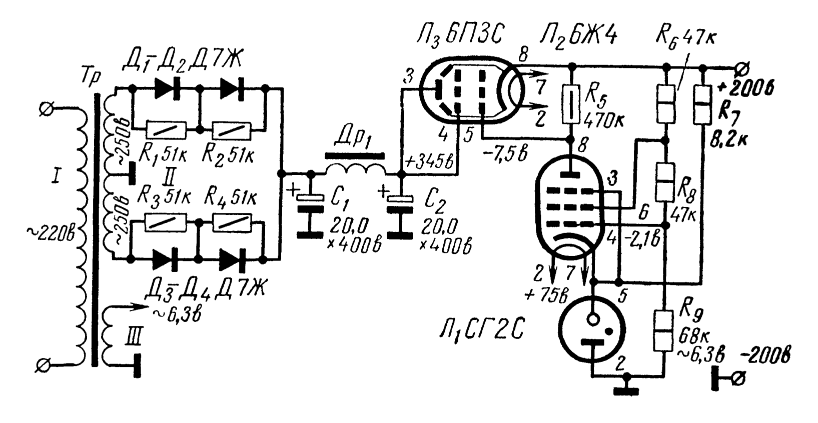


Рис. 4.

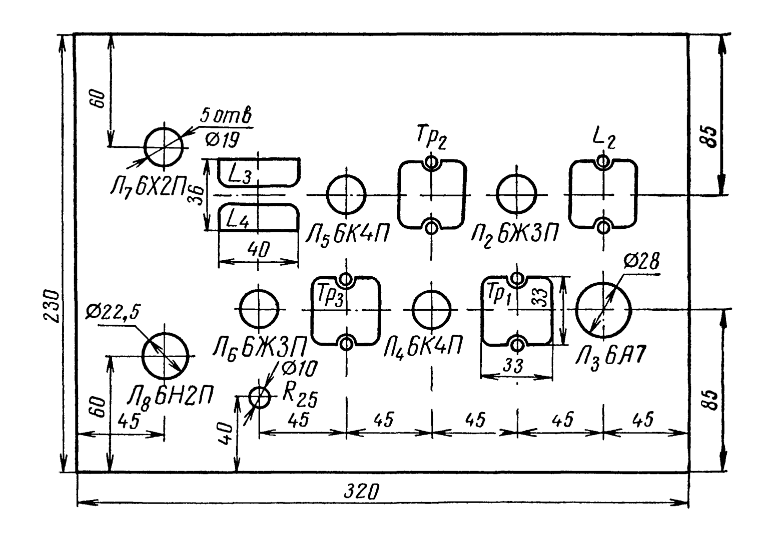


Рис. 5.

Конструктивно силовая часть выполнена в виде отдельного блока, связанного через разъем и кабель с измерительной схемой.

Конструкция и детали

Прибор собран на горизонтальном шасси с размерами 320×230 *мм* (рис. 5).

Измерительный генератор выполнен в виде отдельного, хорошо экранированного блока размерами $160 \times \times 120 \times 120$ *мм*.

Компоновка этого блока может быть в каждом отдельном случае произвольной. Однако важно, чтобы цепи от емкостного датчика и калибрующей емкости до колебательного контура измерительного генератора были возможно короче и имели достаточную жесткость.

Измерительный генератор связан с преобразователем частоты с помощью коаксиального кабеля типа РК-19.

Катушки колебательных контуров, а также частотного детектора выполнены на каркасах диаметром 12 *мм*. Все катушки имеют алюминиевые экраны и подстраиваются ферритовыми сердечниками. Катушка L_1 имеет индуктивность 30 *мкгн*, L_2 — 30 *мкгн*, L_3 — 0,5 *мкгн* и L_4 — 0,5 *мкгн*.

Трансформаторы ПЧ использованы от радиостанции «Урожай».

При подборе деталей особое внимание должно быть уделено конденсаторам, входящим в колебательные контуры обоих генераторов.

В колебательном контуре измерительного генератора суммарная емкость, как уже отмечалось, равна 68 *пф*. Эта емкость состоит из емкостей конденсаторов C_2 и C_3, образующих емкостной делитель, а также конденсатора переменной емкости C_1 (см. рис. 2).

Емкость конденсатора C_1 состоит из емкости подстроечного конденсатора 8—30 *пф;* емкости конденсатора с положительным ТКЕ-$100 \cdot 10^{-6}$, равной 25 *пф;* емкости конденсатора с отрицательным ТКЕ-$600 \cdot 10^{-6}$, равной 13 *пф;* емкости датчика; емкости калибрующего конденсатора — $C_к$, образуемой внешним электродом и корпусом микрометра, который электрически связан с внутренним электродом (см. рис. 3).

При этом суммарный отрицательный ТКЕ компенсирует положительный ТКИ катушки индуктивности, так что температурный коэффициент контура близок к нулю.

Аналогично складывается емкость C_7 колебательного контура опорного генератора. В нее входят: емкость подстроечного конденсатора 8—30 *пф;* емкость конденсатора с положительным ТКЕ — 50 *пф* и емкость конденсатора с отрицательным ТКЕ — 19,5 *пф;*

Приводимые здесь данные по структуре колебательных контуров следует рассматривать как приблизительные, требующие в каждой конкретной конструкции экспериментальной проверки и соответствующей корректировки.

Налаживание прибора

При налаживании прибора в первую очередь следует проверить и подогнать электрические режимы ламп в соответствии с данными, приведенными на рис. 2 и 4. Затем настроить измерительный и опорный генераторы на заданные частоты. Эту настройку можно произвести с помощью генератора ГСС-6, прослушивая с помощью наушников нулевые биения в анодной цепи лампы $Л_3$ преобразователя частоты. Для этого необходимо ненастраиваемый генератор отключить от лампы $Л_3$, а на освободившуюся сетку $Л_3$ подать сигнал с ГСС.

Однако лучше эту операцию произвести с помощью гетеродинного волномера 526У, так как при этом будет достигнута лучшая точность.

Далее с помощью ГСС и лампового вольтметра, например ВЛУ-2, следует настроить трансформаторы ПЧ на частоту 460 *кгц* и проверить работу ограничителя амплитуды. Для этого нужно подать на вход лампы $Л_5$ сигнал частотой 460 *кгц* и постепенно увеличивать его амплитуду. После чего, контролируя ламповым вольтметром напряжения на резисторах R_{20} и R_{23}, измерить порог ограничения.

Затем с помощью ГСС и лампового вольтметра необходимо настроить колебательные контуры частотного детектора на заданные частоты и, подав на них сигнал частотой 460 *кгц,* убедиться в том, что на резисторах R_{26} и R_{27} одинаковые напряжения. В случае необходимости

несколько подкорректировать собственную частоту одного из колебательных контуров частотного детектора.

В последнюю очередь резистором R_{25} балансируют выходную ступень на лампе $Л_8$. В процессе налаживания этого каскада может потребоваться подобрать добавочный резистор к измерительному прибору, включенному между анодами. Его величина будет определяться чувствительностью применяемого прибора, а также максимальным сечением измеряемых волокон.

Градуировка прибора

Градуировку прибора следует проводить в лаборатории физико-механических испытаний завода, производящего или потребляющего химические волокна. В этих лабораториях поддерживается искусственный климат, что весьма важно для эксплуатации и градуировки данного прибора. Помещая в датчик различные волокна, сечения которых измерены в лаборатории стандартным весовым методом, следует записывать показания прибора. По полученным данным нужно построить градуировочный график в прямоугольных координатах или сделать новую шкалу прибора с делениями непосредственно в квадратных микронах.

Следует учитывать, что сделанная градуировка будет верна лишь для волокна данного химического состава, поскольку различные химические волокна имеют различную диэлектрическую проницаемость.

Коаксиальный конденсатор на базе микрометра используется для установки нуля прибора. Однако его с успехом можно использовать и для проверки стабильности градуировки прибора в процессе эксплуатации. Действительно, сделав на шкале прибора контрольную точку, например, в середине шкалы, можно запомнить, на сколько следует переместить центральный электрод коаксиального конденсатора, чтобы стрелка измерительного прибора отклонилась от нуля до контрольной точки.

Это калиброванное перемещение, которое с точностью до 0,01 *мм* может быть считано с нониуса микрометра, используется как эталон для проверки правильности показаний прибора.

ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ МНОГОГОЛОСНЫЙ ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

А. Логинов

Принцип работы электромузыкального инструмента

Большую популярность в любительских конструкциях приобрели схемы многоголосных электромузыкальных инструментов с октавным преобразованием частоты. Принцип работы такой схемы заключается в том, что при делении частоты колебаний на два высота тона понижается на одну октаву. Схемы с октавным преобразованием частоты содержат определенное количество стабильных генераторов. Эти генераторы используются только для синхронизации делителей частоты. Генераторы (синхронизирующие) настраиваются на самые высокие основные частоты инструмента. Рекомендуется для каждого из двенадцати звуков верхней октавы иметь отдельный синхронизирующий генератор, с которым связываются несколько делителей частоты. Преимуществом такой схемы является возможность одновременной настройки всех одноименных тонов. Например, при изменении частоты синхронизирующего генератора «МИ» верхней октавы одновременно меняются частоты делителей тона «ми» всех остальных октав.

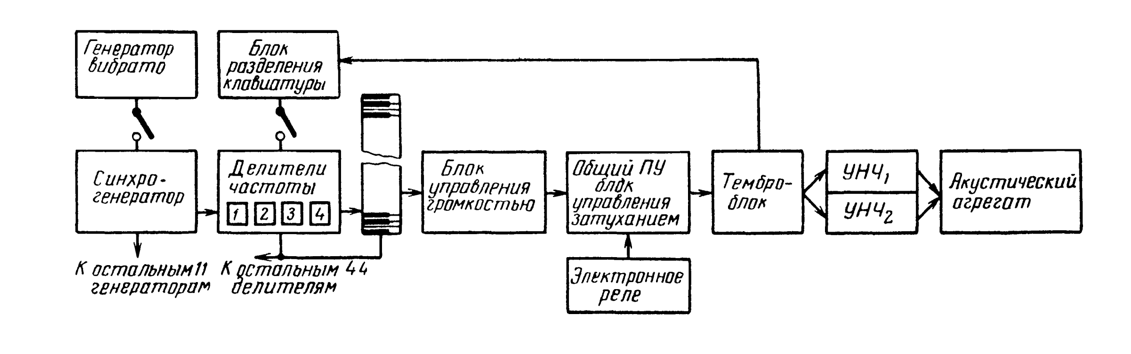
Делители частоты преобразуют синусоидальное напряжение, создаваемое синхронизирующими генераторами, в пилообразное и делят его на два. Каждый же из последующих делителей также делит частоту напряжения, имеющегося на выходе предыдущего каскада, на два и т. д. При нажатии клавиши инструмента сигнал пилообразного напряжения соответствующей частоты поступает в блок клавишного управления громкостью, затем на общий предварительный усилитель, а с выхода предварительного усилителя в темброблок. После темброблока сигнал (звуковой частоты) поступает на входы усилителей НЧ, усиливается ими и воспроизводится громкоговорителями.

Генератор-вибрато может работать на частоте 2÷7 *гц*. Действуя одновременно на все двенадцать син-

хронизирующих генераторов, он изменяет их частоты и амплитуды в небольших пределах. Таким образом достигается красивое и богатое по окраске звучание электромузыкального инструмента в диапазоне от звука «ми» большой октавы до звука «ре» третьей октавы. В инструменте имеется шесть тембров, то есть шесть фильтров в темброблоке, которые могут быть использованы при включенном или выключенном генераторе-вибрато, при включенном или выключенном каскаде управления затуханием звука. В результате становится возможным получить двадцать четыре комбинации различных звучаний по тембру и характеру. Клавиатура инструмента разделена (пополам) по тембру и громкости, управление громкостью клавишное (пальцевое). Это дает большие возможности играющему для выразительного исполнения музыкальных произведений различного жанра. Блок-схема инструмента приведена на рис. 1.

Принципиальная схема инструмента

Синхронизирующий генератор является основным узлом многоголосного электромузыкального инструмента. От качества и стабильности его работы во многом зависит общая работа инструмента. Синхронизирующий генератор (рис. 2) собран по трехточечной схеме «*LC*»-генератора. Контурная катушка L_1 наматывается на карбонильном сердечнике СБ-4. Обмотка катушки имеет 120 витков провода ПЭЛ 0,18 с отводом от 40-го витка, считая от заземленного конца. Соответствующая частота синхронизирующего генератора грубо подгоняется конденсатором C_9, а точно сердечником катушки L_1. Для самой точной настройки частоты используется переменный резистор R_{12}, который выполнен в виде последовательно соединенных постоянного и переменного резисторов. Синусоидальный сигнал синхронизирующего генератора поступает на элементы синхронизации первых делителей частоты. Элемент синхронизации делителя частоты изготавливают из тонкой листовой меди или фольгированной меди в виде пояска-цилиндра по диаметру баллона неоновой лампы. Поясок-цилиндр запаивают и насаживают на баллон неоновой лампы.



Генератор вибрато
Блок разделения клавиатуры
Синхро-генератор
Делители частоты
1
2
3
4
К остальным 11 генераторам
К остальным 44 делителям
Блок управления громкостью
Общий ПУ блок управления затуханием
Электронное реле
Тембро-блок
$УНЧ_1$
$УНЧ_2$
Акустический агрегат

Рис. 1.

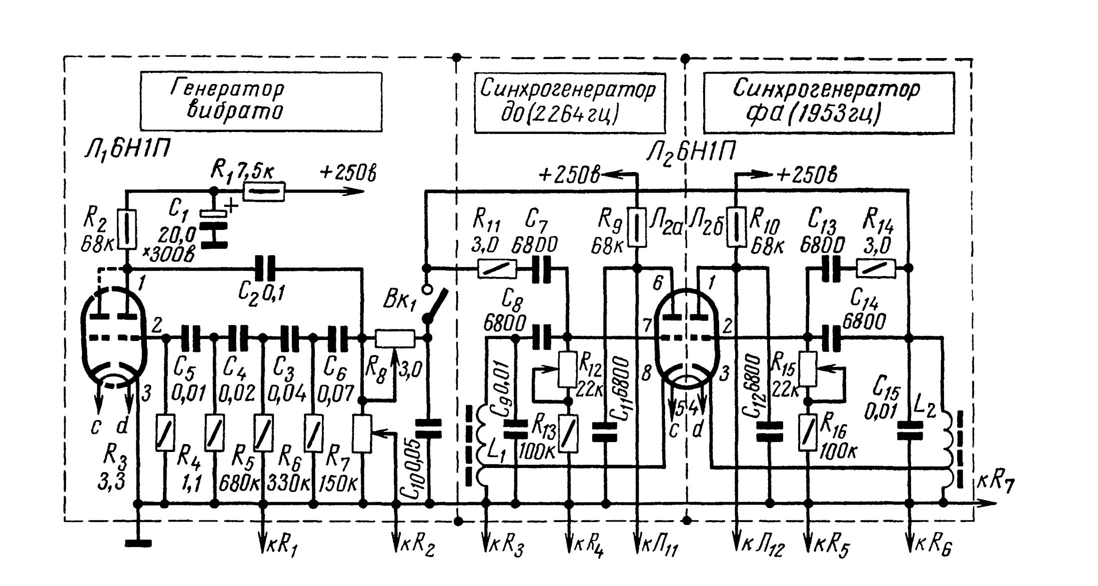

Генератор вибрато
Синхрогенератор до (2264 гц)
Синхрогенератор фа (1953 гц)
Л1 6Н1П
Л2 6Н1П
R1 7,5к
+250в
R2 68к
C1 20,0 ×300в
C2 0,1
C5 0,01
C4 0,02
C3 0,04
C6 0,07
R3 3,3
R4 1,1
R5 680к
R6 330к
R7 150к
R8 3,0
Вк1
C10 0,05
R11 3,0
C7 6800
C8 6800
R9 68к
Л2а
Л2б
R10 68к
C13 6800
R14 3,0
C14 6800
R12 22к
R13 100к
C9 0,01
L1
C11 6800
C12 6800
R15 22к
R16 100к
C15 0,01
L2
c
d
к R1
к R2
к R3
к R4
к Л11
к Л12
к R5
к R6
к R7

Рис. 2.

Делитель частоты также является одним из ведущих узлов инструмента. Он выполнен на неоновой лампе типа МН-5 (МН-6) по схеме релаксационного генератора пилообразного напряжения (рис. 3). Собственная частота делителя изменяется при помощи потенциометра R_4. Постоянный резистор R_{12}, включенный последовательно с переменным R_4, выполняет функцию ограничения тока через неоновую лампу при выведенной до нуля ручке переменного резистора. Частота делителя зависит также от многих внешних факторов: окружающей температуры, влажности, освещенности неоновой лампы посторонним источником света. Поэтому необходимо жестко синхронизировать все делители частоты. Жесткая синхронизация возможна благодаря третьему внешнему электроду неоновой лампы, который в данном случае выполняет роль управляющей сетки, аналогично управляющей сетке в триоде. От величины потенциала на внешнем электроде (пояске) зависит момент зажигания неоновой лампы. В результате генерация делителя частоты становится зависимой от частоты синхронизирующего генератора. Сигналы пилообразных напряжений с делителей частоты через цепочки: C_7, R_{20}, C_5, R_{19}, C_3, R_{18} и т. д. поступают на контактную систему клавиатуры. Показанное на схеме (рис. 3) положение контактов соответствует ненажатым клавишам. При таком положении контактов пилообразные напряжения не поступают на сетку лампы $Л_{3а}$ предварительного усилителя (рис. 6).

Следующим узлом электромузыкального инструмента является **клавиатура с системой контактов.** От качества изготовления клавиатуры и регулировки системы контактов во многом зависит качество и удобство исполнения. Клавиши должны иметь одинаковые размеры. Усилие, необходимое для нажатия клавиши, должно быть такое же, как у рояля или пианино, и контакты клавиатуры должны замыкаться при одинаковом нажатии. Клавиши не должны колебаться, иначе контакты клавиатуры будут произвольно замыкаться.

На рис. 4 показана конструкция клавишного переключателя и системы контактов.

Клавиши *1* изготовляют из плотного дерева — березы или клена. В клавише сверлят поперечное сквозное отверстие *2,* через которое проходит металлический стер-

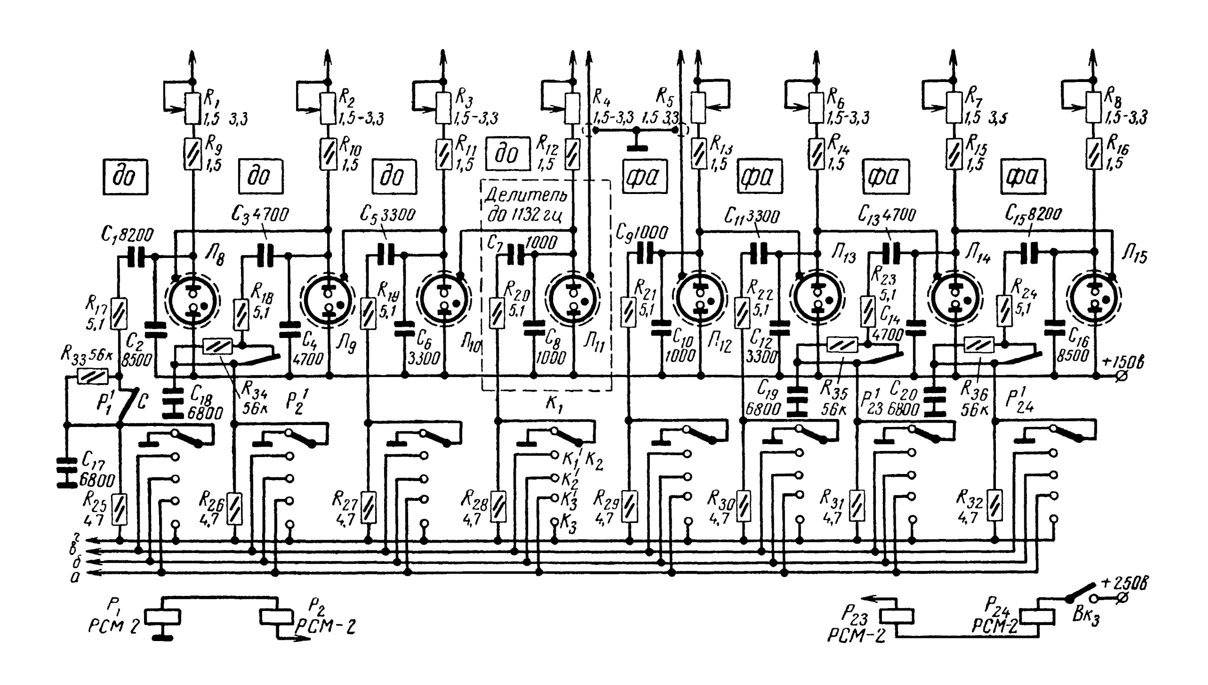

до
до
до
до
фа
фа
фа
фа
Делитель до 1132 гц
R_1 1,5 3,3
R_2 1,5-3,3
R_3 1,5-3,3
R_4 1,5-3,3
R_5 1,5 3,3
R_6 1,5-3,3
R_7 1,5 3,5
R_8 1,5-3,3
R_9 1,5
R_{10} 1,5
R_{11} 1,5
R_{12} 1,5
R_{13} 1,5
R_{14} 1,5
R_{15} 1,5
R_{16} 1,5
C_1 8200
C_3 4700
C_5 3300
C_7 1000
C_9 1000
C_{11} 3300
C_{13} 4700
C_{15} 8200
$Л_8$
$Л_9$
$Л_{10}$
$Л_{11}$
$Л_{12}$
$Л_{13}$
$Л_{14}$
$Л_{15}$
R_{17} 5,1
R_{18} 5,1
R_{19} 5,1
R_{20} 5,1
R_{21} 5,1
R_{22} 5,1
R_{23} 5,1
R_{24} 5,1
C_2 8500
C_4 4700
C_6 3300
C_8 1000
C_{10} 1000
C_{12} 3300
C_{14} 4700
C_{16} 8500
R_{33} 56к
R_{34} 56к
R_{35} 56к
R_{36} 56к
C_{17} 6800
C_{18} 6800
C_{19} 6800
C_{20} 6800
P_1^1
С
P_2^1
P_{23}^1
P_{24}^1
K_1
K_2
K_1^1
K_2^1
K_3^1
K_3
R_{25} 4,7
R_{26} 4,7
R_{27} 4,7
R_{28} 4,7
R_{29} 4,7
R_{30} 4,7
R_{31} 4,7
R_{32} 4,7
г
в
б
а
+150в
+250в
P_1 РСМ 2
P_2 РСМ-2
P_{23} РСМ-2
P_{24} РСМ-2
$Вк_3$

Рис. 3.

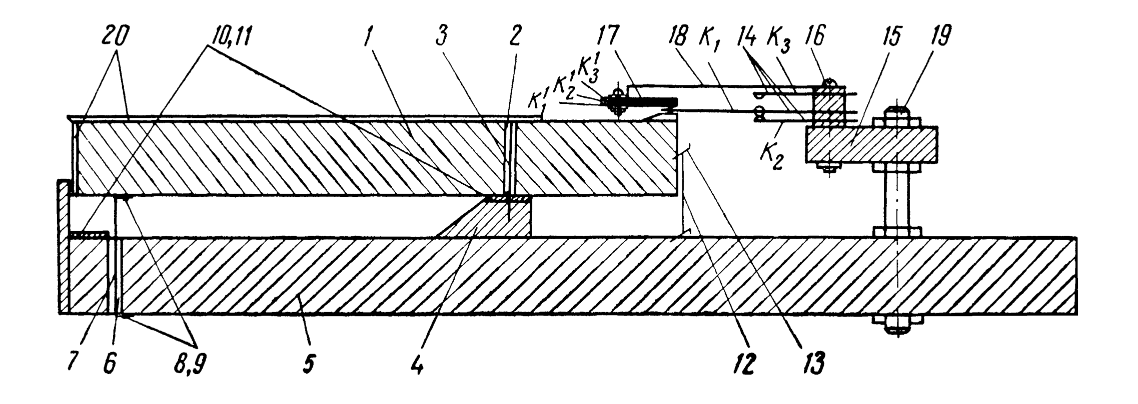


Рис. 4.

жень *3*. Для стержня используют гвоздь без шляпки, который забивают в подставку *4*. Подставку изготавливают из дерева и приклеивают к основанию *5* столярным клеем. Для свободного перемещения клавиши в вертикальной плоскости отверстие в клавише сделано в виде конуса. В основании *5*, которое делается из многослойной фанеры толщиной 10÷15 *мм*, также сверлится отверстие *6*, через которое пропускается отрезок изоляционной ленты *7*, сложенный продольно вдвое. Эту ленту с одного конца закрепляют маленькими гвоздиками *8*, *9* на клавише, с другого — на основании. Длиной этой ленты определяется высота уровня клавиши относительно основания. С целью уменьшения шума, возникающего при игре от соприкосновения клавиши с основанием, необходимо на основание и на подставку наклеить мягкий материал — фетр или фланель *10*, *11*. Возврат клавиши осуществляется при помощи отрезка авиационной резины *12*. Одним своим концом он надевается на небольшой гвоздик *13*, вбитый в торец клавиши, а другим таким же образом крепится к основанию.

Для контактов клавиатуры используются контактные пластины от телефонных ключей, а для контактов блока клавишного управления громкостью — контактные пластины от малогабаритных телефонных реле. Контакты *14* клавиатуры крепятся на эбонитовой (или текстолитовой) рейке *15* с помощью винта *16*, а контакты *17* блока клавишного управления громкостью — с помощью металлического уголка *18*. Рейка *15* несколькими винтами *19* прикрепляется к основанию.

После сборки и установки контактной системы клавиатуры контакты необходимо отрегулировать так, чтобы при ненажатой клавише был замкнут нижний контакт, а при нажатой — верхний. Причем замыкание верхнего контакта должно происходить только при размыкании нижнего. Выполнение этого условия обязательно.

К белым клавишам сверху и с торца клеем БФ-2 приклеивают белый винипласт *20*. Черные клавиши красят черной нитрокраской.

При нажатии клавиши сигнал пилообразного напряжения поступает в блок клавишного (пальцевого) управления громкостью.

Блок клавишного управления громкостью состоит из контактной системы *17* (см. рис. 4) и трех высокоомных резисторов R_{37}, R_{38}, R_{39} (рис. 6).

Рассмотрим работу блока клавишного управления громкостью на примере контактной системы первого делителя частоты (рис. 3). При незначительном нажатии клавиши первого делителя частоты соответствующий контакт K_1 контактной системы клавиатуры замыкается с первым контактом K_1' блока клавишного управления громкостью и сигнал пилообразного напряжения попадает на сетку лампы $Л_{3а}$ предварительного усиления только через резистор R_{37}. Этот резистор и определяет величину сигнала пилообразного напряжения на сетке лампы $Л_{3а}$. При большем нажатии клавиши замыкаются уже три контакта K_1, K_1', K_2' — уровень сигнала на сетке лампы $Л_{3а}$ повысится относительно предыдущего момента. Это объясняется тем, что при постепенном замыкании контактов K_1', K_2', K_3' общее сопротивление цепи, соединяющей контакты клавиатуры с сеткой лампы предварительного усилителя, уменьшается. В конечном итоге контакт K_1 замыкается с контактом K_3. Этому положению соответствует максимальный уровень сигнала на сетке лампы $Л_{3а}$. Таким способом в инструменте осуществляется клавишное управление громкостью, которое необходимо для выразительного исполнения музыкальных произведений.

При регулировке контактов блока клавишного управления громкостью необходимо помнить, что зазоры между контактами K_1', K_2', K_3' должны быть по возможности меньше (порядка 0,5 *мм*), так как в соответствии с величинами этих зазоров регулируется определенный зазор и между контактами K_2 и K_3 так, чтобы последние замыкались только при максимальном нажатии клавиши.

Для регулировки характера нарастания и затухания звука используется **блок управления затуханием звука** (рис. 6). Постоянная времени возникновения звука определяется произведением $R_{42} \cdot C_{20}$. Произведение $R_{44} \cdot C_{22}$ определяет время затухания звука. Меняя эти величины, можно добиться различных оттенков звука. Если ни одна клавиша не нажата (переключатель $П_1$ в правом по схеме положении), то напряжение на ре-

зисторах R_{42} и R_{43} запирает лампу. При нажатии клавиши переключатель $П_1$ переходит в левое положение. Так как емкость конденсатора C_{22} большая, то вначале переключение $П_1$ равноценно закорачиванию резистора R_{43}. Конденсатор C_{20} быстро разряжается до нормального напряжения смещения лампы. Это напряжение соответствует падению напряжения на резисторе R_{42}. Затем конденсатор C_{22} начинает заряжаться через резистор R_{41} и R_{42}. Отрицательное напряжение (смещение) на сетке лампы возрастает, что заставляет рабочую точку перемещаться по нижнему изгибу характеристики лампы. Ввиду медленного уменьшения крутизны лампы, усиление каскада постепенно падает до нуля. Данный каскад одновременно выполняет функции предварительного усилителя НЧ, причем лампа $Л_{3а}$ может работать в двух режимах: при замкнутом положении выключателя $ВК_2$ обеспечивается нормальное смещение на управляющей сетке лампы усилителя, при разомкнутом выключателе $ВК_2$ каскад позволяет изменять характер затухания звука. Выключатель рекомендуется укреплять на задней стенке основного шасси.

Электронное реле. Функции предварительного усилителя электронного реле выполняет лампа $Л_{3б}$. Само электронное реле собрано на лампе $Л_4$ и служит для переключения контактов $П_1$ (рис. 5). При нажатии клавиши сигнал пилообразного напряжения от одного из делителей частоты подходит к сетке лампы $Л_4$. Анодный ток выпрямляется диодом Д-226 и затем поступает на обмотку реле *РП,* заставляя его срабатывать. Конденсатор C_{37} преграждает путь постоянной составляющей анодного тока лампы через обмотку реле. Желательно применять поляризованное реле типа ТРМ с током срабатывания 3—5 *ма.* Таким образом, будет достигнута бесшумность работы и высокая чувствительность. После предварительного усиления сигнал с электронного реле поступает в темброблок.

Темброблок инструмента состоит: из двух формантных контуров «*LC*», на вход которых для более эффективного действия формантной цепи включаются *RC* цепи; двух цепей (фильтров) «*RC*» и «*CR*» и двух пар формантных контуров, одна из которых соединена параллельно, другая последовательно (рис. 6). Цепи с ре-

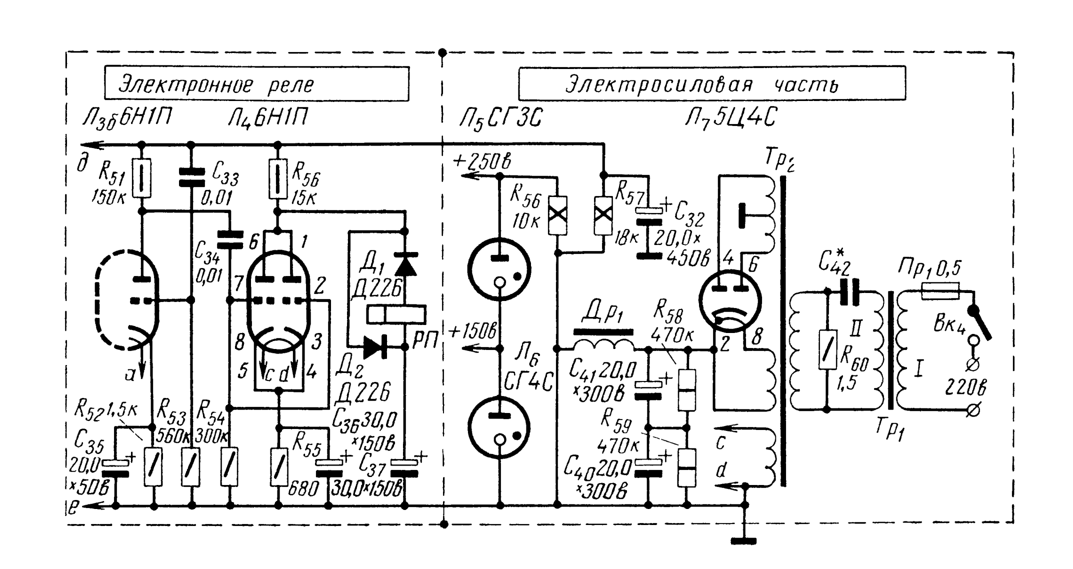

Электронное реле
Электросиловая часть
Л3б 6Н1П
Л4 6Н1П
Л5 СГ3С
Л7 5Ц4С
Л6 СГ4С
R51 150к
C33 0,01
R56 15к
C34 0,01
Д1 Д226
Д2 Д226
РП
R52 1,5к
R53 560к
R54 300к
R55 680
C35 20,0 ×50в
C36 30,0 ×150в
C37 30,0×150в
+250в
+150в
R56 10к
R57 18к
C32 20,0× 450в
Др1
R58 470к
R59 470к
C41 20,0 ×300в
C40 20,0 ×300в
Тр2
Тр1
C*42
R60 1,5
Пр1 0,5
Вк4
220в

Рис. 5.

зонансными контурами дают возможность получить какую-либо форманту. Для получения острой форманты добротность контура должна быть большой. Резисторы (R_{45} и R_{49}) служат для уменьшения шунтирующего действия лампы предварительного усилителя. В случае малого сопротивления R острота резонансной кривой может оказаться недостаточной. Фильтр «RC» подавляет высокие частоты и делает звучание инструмента более мягким. Фильтр «CR» ослабляет низкие частоты, в результате чего звучание инструмента делается более резким. Для получения сложных тембров применяется последовательное и параллельное соединение резонансных контуров.

Контурные катушки L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6 наматываются на пермаллоевые сердечники Ш-9, толщина набора 7 *мм*.

Катушки L_1, L_2 содержат по 3000 витков провода ПЭЛ 0,18, катушка L_3 — 1500, L_4, L_5 по 500, а L_6 — 250 витков того же провода.

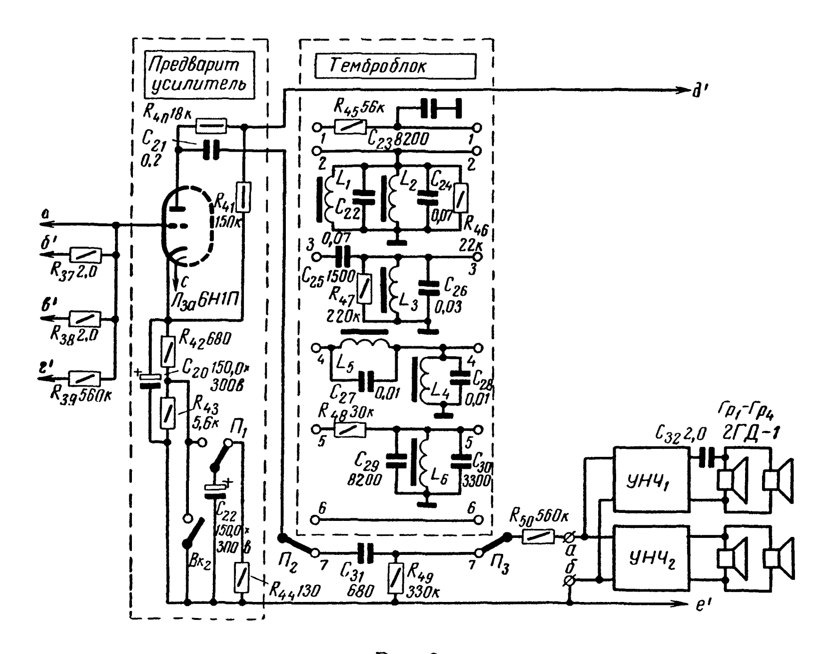


Рис. 6

Контурные катушки темброблока необходимо экранировать С этой целью изготавливают единый металлический экран в виде коробки по размеру темброблока. Коробку заземляют. Для включения тембров темброблока применяется семиклавишный переключатель $П_2$ от любого радиоприемника, например «Минск».

Генератор-вибрато. В нашем инструменте используется частотное вибрато (см. рис. 2), которое осуществляется изменением частоты тона. Генератор-вибрато собран по схеме *RC*-генератора с пятью фазовращающими ячейками. Сигнал переменного напряжения от генератора — вибрато поступает на управляющие сетки ламп всех синхронизирующих генераторов. В результате частота синхронизирующих генераторов, а следовательно всех делителей частоты, колеблется в определенных небольших пределах. Цепь R_8, C_2 представляет собой делитель переменного напряжения генератора-вибрато. А цепи: C_7, R_{11}, C_{13}, R_{14} образуют фильтры-развязки, которые устраняют взаимное влияние синхронизирующих генераторов. С помощью потенциометров R_7, R_8 в некоторых пределах изменяют частоту и глубину «вибрации». Для удобства потенциометр R_7 можно установить в ножной педали, что позволит изменять глубину вибрации во время игры. Потенциометр R_8 желательно закрепить на задней стенке основного шасси.

Блок разделения клавиатуры инструмента по тембру и громкости состоит из двадцати четырех электромагнитных малогабаритных реле РСМ-2, выключателя $ВК_3$ и двадцати четырех фильтров «*RC*» (см. рис. 3). При замыкании выключателя $ВК_3$ напряжение 250 *в* подается на последовательно соединенные обмотки реле РСМ-2 с нормально-замкнутыми контактами. Реле срабатывают. К выходу двадцати четырех делителей частоты правой части клавиатуры подключаются фильтры (R_{33}, C_{17}, R_{34}, C_{18}, R_{35}, C_{19} и т. д.). Поэтому правая часть клавиатуры будет иметь иной тембр и иную громкость, чем левая, делители которой работают на выходе без фильтров «*RC*». Это позволяет выделить мелодию из аккомпанемента, как по громкости, так и по тембру. Для более четкого выделения мелодии клавишный переключатель тембров $П_2$ (см. рис. 6) ставят в положение «*6—6*», вследствие чего сигнал, поступающий от левой части клавиату-

ры, подходит к сетке лампы предварительного усилителя, минуя фильтр темброблока.

Усилители низкой частоты. Для усиления сигнала пилообразного напряжения, поступающего с темброблока, служат два высококачественных однотонных двухламповых усилителя НЧ с выходной мощностью 4 *вт* (рис. 7).

Чувствительность усилителя 100 *мв*. Коэффициент нелинейных искажений при номинальной выходной мощ-

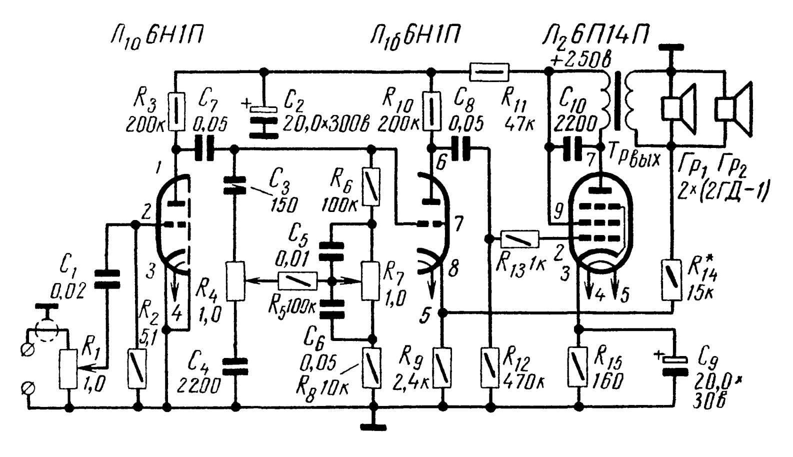


Рис 7.

ности не превышает 2—3%. Усилитель имеет два регулятора тембра R_4, R_7, которые позволяют в очень широких пределах (до ±20 *дб*) регулировать усиление как в области низших, так и высших звуковых частот. При средних положениях регуляторов тембра усилитель воспроизводит полосу частот от 20 *гц* до 15 *кгц*.

Усилитель имеет два каскада предварительного усиления, собранных на лампе 6Н1П, и выходной однотактный каскад на лампе 6П14П. Двухкаскадный предварительный усилитель обеспечивает гораздо большее усиление, чем это необходимо для раскачки оконечного каскада. Это позволяет ввести в усилитель отрицательную обратную связь, значительно улучшающую все основные его параметры. Выходное напряжение на низших частотах зависит от положения движка потенциометра R_7,

выполняющего функции регулятора тембра низших звуковых частот. Регулировка тембра в области высших частот производится потенциометром R_4. С целью уменьшения нелинейных и частотных искажений, а также снижения уровня фона, предоконечный и оконечный каскады усилителя охвачены отрицательной обратной связью. Акустическая система инструмента состоит из четырех двухваттных громкоговорителей типа 2ГД-1, два из которых через конденсатор C_{32} подключены к выходу первого усилителя, а два непосредственно к выходу второго (см. рис. 6). Емкость конденсатора C_{32} выбрана такой, чтобы второй усилитель и его громкоговорители воспроизводили сигналы только с частотами выше 2,5—3 *кгц*. Разделение полосы частот, воспроизводимых всей установкой между отдельными громкоговорителями, позволяет значительно снизить так называемые интермодуляционные искажения.

Блок питания инструмента. Для питания неоновых ламп делителей частоты, анодных цепей ламп синхронизирующих генераторов, анодных цепей ламп усилителей НЧ и т. д. используются стабилизированные напряжения «+150» *в* и «+250» *в*. Эти напряжения снимаются с последовательно соединенных стабилитронов $Л_5$ и $Л_6$ (см. рис. 5). Ко входу стабилизатора подводится постоянное напряжение «+500» *в*. Примерно половина этого напряжения падает на мощном резисторе R_{56}. Чтобы повысить устойчивость работы выпрямителя, на вход фильтра включены два последовательно соединенных электролитических конденсатора. Параллельно этим конденсаторам включены резисторы R_{58}, R_{59}. Для стабилизации напряжения сети применяется простой феррорезонансный стабилизатор. Он поддерживает постоянное напряжение на выходе с точностью до 0,5%. Феррорезонансный стабилизатор состоит из трансформатора и конденсатора, включенного последовательно с его первичной обмоткой. Контур, образованный конденсатором и индуктивностью первичной обмотки трансформатора, настраивается на частоту, близкую к частоте питающего напряжения (50 *гц*). Настройка феррорезонансного стабилизатора производится подбором емкости конденсатора C_{42}. Сечение сердечника трансформатора $Тр_1$ равно 16 *см*^{2}. Сетевая обмотка содержит 1000 витков провода ПЭЛ 0,38, а вторичная 1690 витков того же провода. Си-

ловой трансформатор $Tр_2$ выполнен на сердечнике Ш-40, толщина набора 60 *мм*. Сетевая обмотка содержит 750 витков провода ПЭЛ 0,4, повышающая по 1650 витков провода ПЭЛ 0,25 в каждом плече. Накальные обмотки для питания триодов и кенотрона содержат соответственно 22 и 17 витков провода ПЭЛ 0,8. Дроссель $Др_1$ фильтра выпрямителя имеет сердечник из пластин Ш-28 при толщине пакета 40 *мм*. Он намотан проводом ПЭЛ 0,23 до заполнения каркаса.

Конструкция инструмента

Электромузыкальный инструмент смонтирован в фанерном корпусе размером 770×500×250 *мм* на четырех ножках (рис. 8). Внутри корпуса располагается алюми-

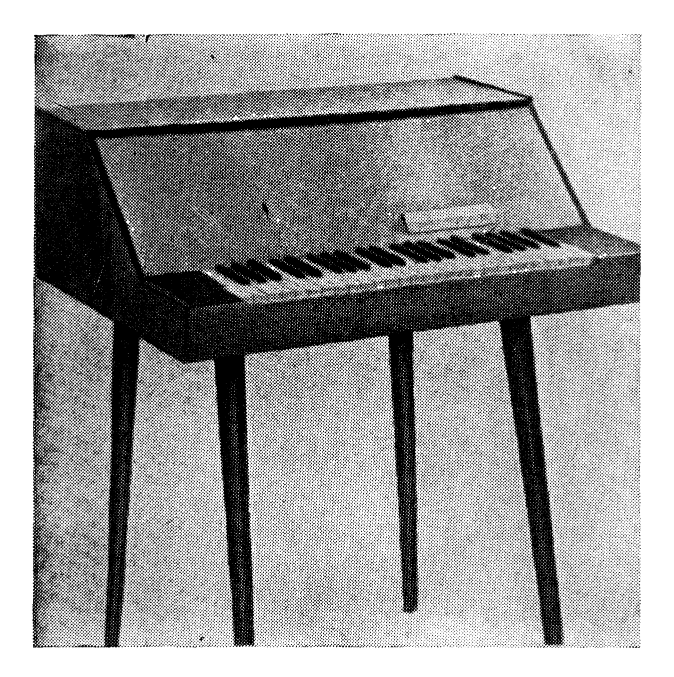


Рис. 8.

ниевое шасси размером 750×180×160 *мм*, на котором смонтированы двенадцать синхронизирующих генерато-

ров, генератор-вибрато, выпрямитель, темброблок, каскад управления затуханием звука, электронное реле, два усилителя НЧ и блок разделения клавиатуры. Желательно все узлы инструмента экранировать друг от друга, укрепив между ними металлический экран, соединенный с шасси. Особое внимание следует уделить экранировке проводов, соединяющих аноды ламп синхронизирующих генераторов с элементами синхронизации первых делителей частоты. Делители частоты собраны на шести текстолитовых платах размерами 150×180 *мм,* причем на каждой плате монтируется восемь делителей частоты. Платы располагают над шасси и закрепляют на нем с помощью длинных винтов с гайками. Для установки конденсаторов и резисторов делителей частоты используют монтажные «гвозди», которые изготавливают из медного луженого провода диаметром 0,8—1,0 *мм.* Для крепления неоновых ламп в платах сверлят отверстия точно по диаметру их цоколя, лампу «сажают» на клей БФ-2. Провода, идущие от делителей частоты к контактной системе, связывают в жгут. Потенциометры синхронизирующих генераторов и тумблеры $ВК_1$, $ВК_2$, $ВК_3$, $ВК_4$ укрепляют на задней боковой стороне шасси.

Клавишный переключатель темброблока крепится к шасси с помощью двух металлических углов.

Громкоговорители устанавливают с задней стороны инструмента и закрепляют на шасси с помощью металлических скоб, амортизируя прокладками из мягкой резины или каучука.

Налаживание инструмента

При налаживании инструмента в первую очередь проверяют режимы всех его ламп. Затем переходят к настройке синхронизирующих генераторов. Особое внимание необходимо обратить на точность их настройки, поскольку это определяет весь музыкальный строй инструмента. Синхронизирующие генераторы настраиваются на частоты, соответствующие тонам и полутонам сле-

дующей октавы: до — 2264 *гц*, до-диез — 2306 *гц*, ре — 2348 *гц*, ми — 1894 *гц*, ми-диез — 1852 *гц*, фа — 1953 *гц*, фа-диез — 1935 *гц*, соль — 2037 *гц*, ля — 2121 *гц*, ля-диез — 2079 *гц*, си — 2205 *гц*, си-диез — 2163 *гц*.

Потенциометры синхронизирующих генераторов R_{12}, R_{15} и т. д. в процессе настройки должны находиться в среднем положении. Частоты устанавливают, вращая сердечники катушек. При контроле частот можно пользоваться методом биений. При нулевых биениях частота синхронизирующего генератора равна частоте эталонного генератора. В качестве эталонного генератора можно использовать звуковой генератор ЗГ-10. Точность этого прибора вполне достаточна, чтобы правильно настроить инструмент.

Затем переходят к настройке делителей частоты. В первую очередь настраивают первые делители частоты, то есть те делители частоты, на элементы которых непосредственно подано напряжение синхронизации от синхронизирующих генераторов. Частоты первых делителей должны быть на октаву ниже частот соответствующих генераторов. Например, если синхронизирующий генератор настроен на частоту f — 2264 *гц* («до»), то соответствующий ему первый делитель частоты должен быть настроен на частоту f — 1132 *гц* («до»), следующий делитель частоты (второй) должен делить предыдущую частоту опять на два, то есть настраиваться на частоту f — 566 *гц* и т. д.

Настройку делителей частоты производят потенциометрами R_1, R_2, R_3 и т. д. При вращении движка потенциометра делителя в определенных положениях происходят срывы колебаний частоты делителя. Движок потенциометра устанавливают в среднее положение между срывами.

При настройке синхронизирующих генераторов и делителей частоты синхронизация должна быть включена, а генератор-вибрато отключен.

Генератор-вибрато настраивается на слух с помощью потенциометров R_7 и R_8, которые в небольших пределах изменяют частоту и глубину «вибрации». Каскад затухания звука регулируется резистором R_{41}. Усилители НЧ и остальные блоки инструмента настройки не требуют.

СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ФОТОУВЕЛИЧИТЕЛЯ

Ю. Кузнецов

Колебания напряжения электросети сильно меняют спектральный состав света, излучаемого лампой накаливания фотоувеличителя (рис. 1), поэтому при цветной фотопечати необходимо пользоваться стабилизатором напряжения. Напряжение на лампочке увеличителя следует поддерживать постоянным в пределах ±1%. Такая степень стабилизации достаточна, чтобы практически исключить влияние колебаний напряжения на цветопередачу в фотографическом отпечатке.

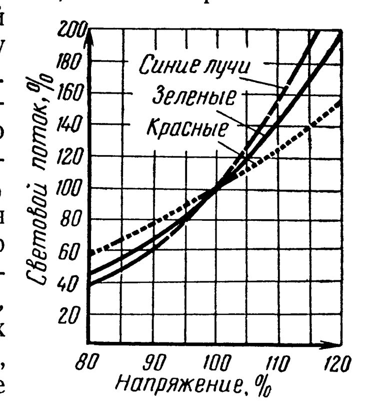


Рис. 1.

Разработанный и изготовленный автором стабилизатор поддерживает постоянное напряжение в пределах ±0,25% при изменениях напряжения сети на ±10%. Стабилизатор рассчитан на питание лампочки накаливания 110 *в*, 8 *вт*, применяемой в портативных фотоувеличителях (например, ТПУ-3, УПА-1, УПА-2). Кроме того, от стабилизатора питается реле времени и может подключаться фотоэкспонометр на фоторезисторе ФСК-1 для определения выдержки при печати *.

Большинство выпускаемых промышленностью фотоувеличителей снабжается патроном под обычную лампочку. В таких увеличителях с успехом может быть применена также и лампочка 110 *в*, 8 *вт*, для чего следует изготовить патрон-переходник (или заменить патрон). При этом, если конденсатор увеличителя покрыт матовым стеклом, оно должно быть удалено, а колба лампочки заматирована.

---

* Э. Борноволоков, Л. Светлаков. «Электроника для фотолюбителя». Издательство «Знание», 1963 г., стр. 11.

Для продления срока службы лампочки и стабилитрона стабилизация напряжения осуществляется только во время экспозиции. При выборе кадра и наводке на резкость лампочка увеличителя питается без стабилизации напряжения в режиме, близком к номинальному.

Коэффициент полезного действия описываемого стабилизатора низок — около 30%. Поскольку лампочка в увеличителе используется маломощная, общая потребляемая от сети мощность составляет всего 30 *вт,* тогда как увеличитель с обычной лампой потребляет 60—100 *вт.*

Лампочка не вызывает существенного нагрева светофильтров. Поэтому можно применять зональные или корректирующие светофильтры на желатиновой основе и располагать их между лампочкой и конденсатором, не опасаясь их перегрева и выцветания.

В основу предлагаемого вниманию читателей стабилизатора положена несколько видоизмененная схема обычного стабилизатора на газоразрядном стабилитроне. Для реле взята простая схема с накопительным конденсатором и неоновой лампочкой. По сравнению с обычной схемой на газоразрядном стабилитроне описываемая схема стабилизатора напряжения имеет ряд особенностей, которые позволили значительно поднять ток нагрузки (до 0,08 *а*) при коэффициенте стабилизации около 40 и пределе стабилизации ±10%.

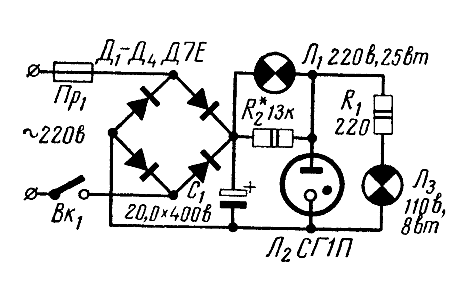


Рис. 2.

Рассмотрим сначала принципиальную схему самого простого варианта стабилизатора напряжения (рис. 2). Стабилизатор подключается к сети переменного тока напряжением 220 *в* через бестрансформаторный выпрямитель, состоящий из четырех диодов $Д_1$—$Д_4$ и сглаживающего пульсацию электролитического конденсатора C_1. На выходе выпрямителя получается напряжение около 300 *в*. Часть этого напряжения гасится на баластном резисторе, роль которого играет обычная лампочка на-

каливания $Л_1$ 220 *в*, 25 *вт*. Такое использование лампы накаливания дает два положительных эффекта: во-первых, из-за нелинейного характера сопротивления нити накала получается выигрыш как в коэффициенте, так и в пределах стабилизации. Во-вторых, лампа в совокупности с резистором R_1 обеспечивает зажигание стабилитрона $Л_2$ без яркой начальной вспышки лампы увеличителя $Л_3$. Это объясняется тем, что сопротивление холодных нитей накала ламп $Л_1$ и $Л_3$ на порядок меньше раскаленных и близко к сопротивлению резистора R_1, то есть $R_{Л_1} \simeq R_1 \simeq R_{Л_3}$. Поэтому при подаче напряжения 300 *в* на вход собственно стабилизатора оно распределяется следуюшим образом: примерно одна треть, около 100 *в*, падает на холодной нити накала лампы $Л_1$ и две трети, около 200 *в*, на участке цепи $R_1 — Л_3$, а значит, и на стабилитроне $Л_2$. Двухсотвольт более чем достаточно, чтобы стабилитрон вспыхнул ($U_{заж} \leqslant 175$ *в*) и при этом раньше, чем успеют раскалиться нити ламп $Л_1$ и $Л_3$. В следующие доли секунды нити ламп раскаляются, их сопротивления возрастают в 10—15 раз и схема из режима зажигания автоматически переходит в режим стабилизации.

Резистор R_2^* — подгоночный, его сопротивление рассчитывают и подбирают применительно к конкретным деталям схемы и с учетом среднего значения напряжения местной электросети. Для определения сопротивления резистора R_2 и параметров стабилизатора собирают макет по схеме, приведенной на рис. 3. Собрав макет

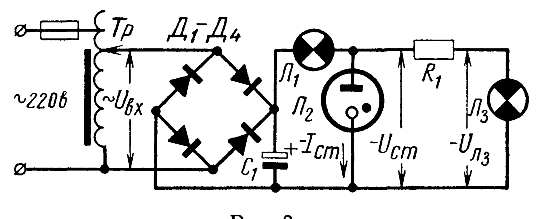


Рис 3.

прежде всего, изменяя напряжение $U_{вх}$ с помощью регулировочного трансформатора (типа ЛАТР или др.), следует установить ток через стабилитрон $I_{ст} = 0{,}017 \div 0{,}020$ *а*, измерив при этом напряжение на лампочке увеличителя $U_{л3}$. Если оно выше 130 *в* или ниже 120, то,

подбирая сопротивление резистора R_1, добиваются требуемого значения напряжения порядка 127—130 *в*.

Далее, повышая напряжение на входе стабилизатора, устанавливают ток через стабилитрон $I_{ст}^{макс}=0{,}030$ *а* и записывают соответствующие значения $U_{вх}^{макс}$ и $U_{ст}^{макс}$. Затем, уменьшая напряжение, устанавливают $I_{ст}=0{,}005$ *а* и записывают $U_{вх}^{мин}$ и $U_{ст}^{мин}$. Замеры производятся с помощью нескольких измерительных приборов или одного универсального прибора (ТТ-1, Ц-20 или др.), включаемого поочередно в обозначенные на схеме рис. 3 участки цепи.

По результатам произведенного испытания рассчитывают сопротивление резистора R_2:

$$R_2=\frac{(U_{вх}^{макс}-U_{вх}^{мин})\cdot(\bar{U}_{сети}\cdot 1{,}36-\bar{U}_{ст})}{(I_{ст}^{макс}-I_{ст}^{мин})\cdot(\bar{U}_{вх}-\bar{U}_{сети})},\ ом, \qquad (1)$$

где $U_{вх}^{макс}$, $U_{вх}^{мин}$ — максимальное и минимальное напряжение на входе выпрямителя, *в*;

$\bar{U}_{сети}$ — среднее напряжение местной сети, определяемое опытным путем, или задаваемое, например 220 *в* или 210 *в*;

$\bar{U}_{ст}$ — среднее напряжение на стабилитроне, рассчитываемое из $U_{ст}^{макс}$ и $U_{ст}^{мин}$, *в*;

$I_{ст}^{макс}$, $I_{ст}^{мин}$ — максимальный и минимальный ток через стабилитрон, *а*;

$\bar{U}_{вх}$ — среднее напряжение на входе выпрямителя, рассчитываемое из $U_{вх}^{макс}$ и $U_{вх}^{мин}$, *в*;

1,36 — коэффициент повышения напряжения после выпрямления.

Из формулы 1 видно, что если значение $\bar{U}_{вх}$ близко к $\bar{U}_{сети}$, то сопротивление резистора R_2 очень велико и подключение его параллельно лампе $Л_1$ практически не скажется на работе стабилизатора. Поэтому, если $\bar{U}_{вх}$ мало отличается от $U_{сети}$ (меньше, чем на 3 *в*), необходимость в резисторе R_2 отпадает.

Рассчитав сопротивление резистора R_2, определяют его мощность:

$$P=\frac{30\,000}{R_2,\ ом},\ вт. \qquad (2)$$

Резистор R_2 может быть любого типа.

Подобранный резистор впаивают в макет и еще раз проверяют работу стабилизатора (определяют $U_{вх}^{макс}$ при $I_{ст}^{макс}=0{,}030$ *а*, $U_{вх}^{мин}$ при $I_{ст}^{мин}=0{,}005$ *а*, $U_{л3}^{макс}$ и $U_{л3}^{мин}$). $U_{вх}^{макс}$ не должно отличаться от $U_{сети}$ более чем на 3 *в*, а $U_{л3}^{макс}$ не должно превышать $U_{л3}^{мин}$ более чем на 2%; $U_{вх}^{макс}$ должно быть больше $U_{вх}^{мин}$ примерно на 20%.

На базе налаженного макета фотолюбитель может смонтировать стабилизатор напряжения или в виде отдельного прибора или в чемоданчике (или под доской) увеличителя по одной из схем (рис. 2, 4, 5). При этом в корпусе стабилизатора должны быть предусмотрены отверстия для вентиляции.

Схема, изображенная на рис. 4, отличается от схемы на рис. 2 наличием переключателя (тумблера) $П_1$ на три положения (одно — нейтральное), резистора R_3 и диода $Д_5$. Дополнительные детали позволяют переключать лампу увеличителя $Л_3$ при выборе кадра и наводке на резкость на работу в номинальном режиме с одновременным выключением стабилитрона $Л_2$ (переключатель $П_1$ в положении 1).

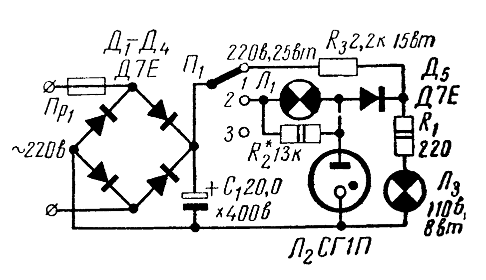


Рис. 4.

Схема, приведенная на рис. 5, имеет простое реле времени на неоновой лампочке. Реле времени потребляет незначительный ток ($I_{макс}=0{,}003$ *а* при самой короткой, малоупотребительной выдержке 0,5 *сек*) и практически не влияет на параметры стабилизатора напряжения.

Реле на неоновой лампочке отличается тем, что накопительный конденсатор C_2 заряжается в нем от напряжения $U_{ст}=150$ *в*, намного превышающего напряжение зажигания неоновой лампочки $U_{заж}=65$ *в*, что гарантирует малую чувствительность реле к колебаниям потенциала зажигания неоновой лампочки.

Кроме того, для установки нужного времени используются два последовательно включенных переменных резистора с линейной зависимостью сопротивления от угла поворота (группа А). Для первой половины шкалы вы-

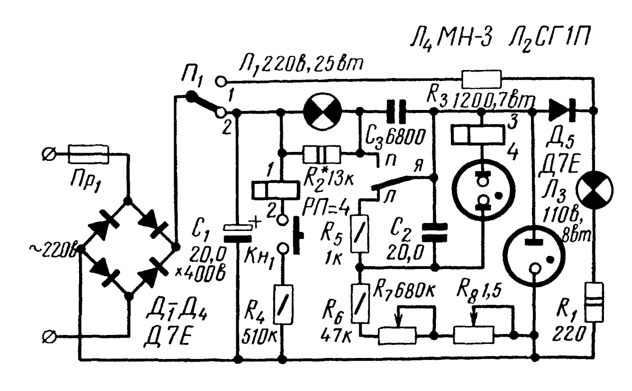


Рис. 5.

держек, где деления мельче, используется переменный резистор $R_7=680$ *ком*, а для второй половины — $R_8=$ 1,5 *Мом*.

Переменные резисторы монтируют один возле другого, а ручки их укрепляют таким образом, чтобы шкала второго резистора была продолжением шкалы первого (рис. 6). Как видно из рисунка реле позволяет устанавливать выдержки от 0,5 до 30 *сек*, причем первые секунды могут устанавливаться с точностью до 0,2 *сек*.

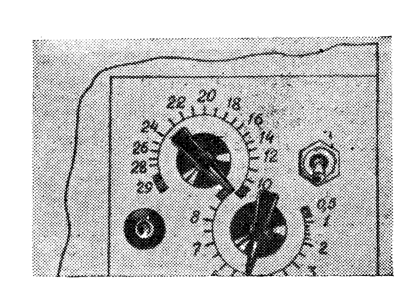


Рис 6

В схеме применено поляризованное реле РП-4 № V. 172. 20 28/Э с двумя обмотками, одна из которых *1—2* используется для включения стабилизатора и лампочки увеличителя (начало экспозиции), а другая *3—4* — для автоматического их выключения. Контакты реле отрегулированы так, что якорь реле, бу-

дучи переброшен импульсом тока в обмотке в правое *П* или левое *Л* положение, остается в нем и при прекращении тока.

Проследим работу реле времени и стабилизатора напряжения (см. рис. 5). Пусть вначале переключатель $П_1$ установлен в положение *1* (выбор кадра). При этом лампочка увеличителя через резисторы R_1 и R_3 оказывается подключенной к выпрямителю $Д_1$—$Д_4$ и питается постоянным пульсирующим током в номинальном режиме. Диод $Д_5$ не пропускает ток к стабилизатору и реле. После выбора кадра и наводки на резкость переключатель $П_1$ переводят в положение *2* (экспозиция). При этом лампочка увеличителя гаснет, к выпрямителю $Д_1$—$Д_4$ подключается электролитический конденсатор C_1, напряжение выпрямленного тока поднимается до амплитудного значения (около 300 *в*), а его пульсация сглаживается. По шкале переменных резисторов R_7 и R_8 устанавливают требуемую выдержку, в кадрирующую рамку помещают лист фотобумаги и, нажав кнопку $Кн_1$, подают напряжение на обмотку *1—2*. Якорь реле перебрасывается из левого положения в правое, загораются стабилитрон и лампочка увеличителя, одновременно через резисторы R_6, R_7 и R_8 начинает заряжаться конденсатор C_2. В тот момент, когда напряжение на конденсаторе достигнет потенциала зажигания неоновой лампочки, она вспыхивает и импульс тока через обмотку *3—4* перебрасывает якорь из правого положения в левое. Лампа увеличителя, стабилитрон и неоно-

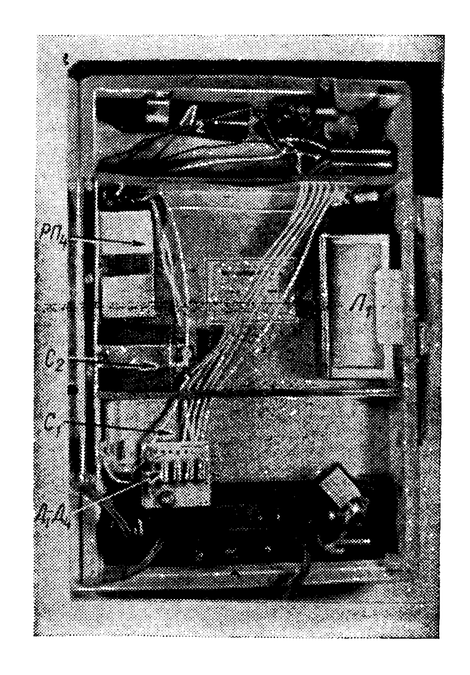


Рис. 7.

вая лампочка гаснут, конденсатор C_2 быстро разряжается через резистор R_5 и схема готова к новой экспозиции.

Для предотвращения искрения и обгорания контактов реле в момент размыкания между правым контактом и якорем реле включен конденсатор C_3.

Лампу $Л_1$ 220 *в*, 25 *вт* рекомендуется выбирать со свечеобразной колбой, можно с цоколем типа «миньон» — такие лампы отличаются меньшими габаритами. Чтобы свет от лампы не засвечивал светочувствительный материал, ее следует заключить в небольшую металлическую коробочку, которую можно изготовить, например, из белой жести с пропайкой швов. С этой же целью следует обернуть стабилитрон одним слоем черной бумаги.

В случае монтажа стабилизатора напряжения в чемоданчике фотоувеличителя типа ТПУ-3 можно руководствоваться рис. 7.

Приведенные разновидности схемы стабилизатора напряжения рассчитаны на наиболее распространенное напряжение электросети 220 *в*. При напряжении 127 *в* следует применить повышающий трансформатор мощностью не менее 30 *вт*.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КОРОТКОЗАМКНУТЫХ ВИТКОВ В КАТУШКАХ

М. Либес, Ф. Торбин

Для обнаружения короткозамкнутых витков в обмотках катушек широкое применение получили приборы, принцип действия которых основан на срыве колебаний ВЧ генераторов, вызванном приближением катушек с короткозамкнутыми витками к контурам этих генераторов.

Недостатком приборов с генераторами ВЧ является то, что с приближением катушек, имеющих большое число витков, режим генератора изменяется. В результате приближение некоторых катушек, не имеющих короткозамкнутых витков, также изменяет показания индикатора прибора, что затрудняет пользование таким прибором.

Этого недостатка лишен электромагнитный прибор, реагирующий только на короткозамкнутые витки в обмотке.

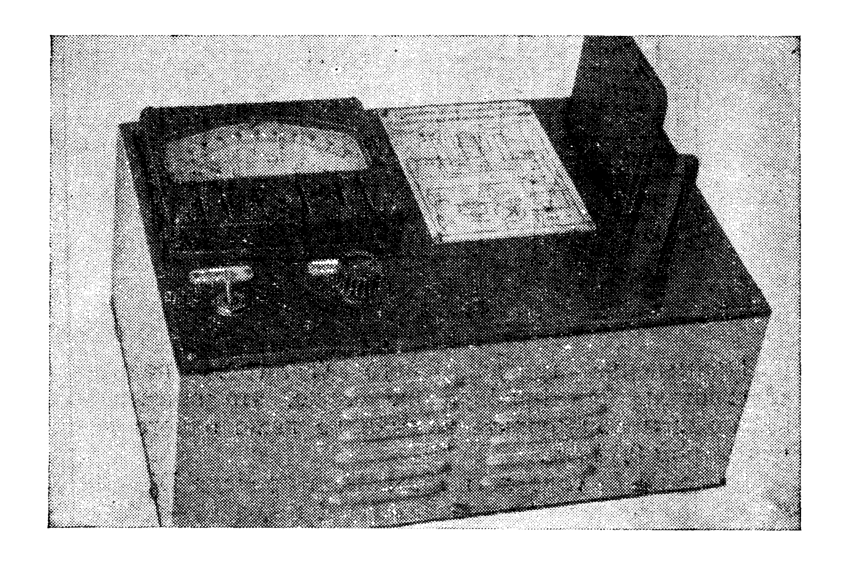


Рис 1.

Прибор (рис. 1) состоит из разомкнутого трехстержневого трансформатора, однокаскадного транзисторного усилителя, микроамперметра и выпрямителей для питания базовой и коллекторной цепей транзистора.

В исходном состоянии в обмотках L_2 и L_3 (рис. 2) индуцируются одинаковые напряжения. Обмотки включены встречно и на входе выпрямителя, питающего цепь базы транзистора, напряжение равно нулю. Транзистор закрыт, показания микроамперметра равны нулю. Если на один из крайних стержней надеть катушку, в которой нет короткозамкнутых витков, то работа прибора не изменится.

Если же в испытуемой катушке имеются короткозамкнутые витки, то в последних наводятся токи, которые стремятся размагнитить стержень. Напряжения на

обмотках L_2 и L_3 не будут компенсировать друг друга, на входе усилителя появится напряжение и стрелка микроамперметра отклонится.

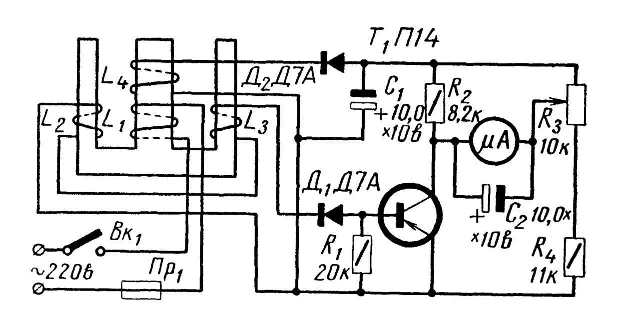


Рис. 2.

Применение транзисторного усилителя повышает чувствительность прибора настолько, что оказывается возможным обнаружить замыкание даже одного витка диаметром 0,15 *мм*.

Обмотка L_1 содержит 750 витков провода ПЭЛ 0,23, L_2, L_3 по 1400 витков провода ПЭЛ 0,2, а L_4 — 350 витков провода ПЭЛ 0,35.

СХЕМА ЗАЩИТЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОТ ПЕРЕГРУЗКИ

Н. Широков, Н. Хрусталев

Плавкие предохранители, повсеместно применяемые для защиты электрических устройств, не всегда «добросовестно» выполняют свои функции. Одним из их существенных недостатков является инерционность срабатывания.

Например, если предохранитель типа НП или ПК рассчитан на номинальный ток $I_н$, то он сгорает не мгновенно, а через некоторый промежуток времени, необхо-

димый для увеличения проходящего тока до величины (1,6÷1,7).

Это обстоятельство часто приводит к перегреву или возгоранию обмоток трансформаторов, дросселей и других моточных деталей при появлении закороченных витков, так как они отключаются от сети значительно позднее возникновения дефектов.

Устройство, схема которого изображена на рис. 1, обеспечивает практически мгновенное автоматическое отключение неисправной аппаратуры. Работает оно следующим образом. В цепь питания потребителя включена первичная обмотка трансформатора тока. Напряжение вторичной обмотки выпрямляется диодами, включенными по мостовой схеме, и поступает на обмотку реле *Р*. Элементы схемы подобраны так, что при номинальном токе потребителя напряжение на обмотке реле не вызывает его срабатывания. При повышении потребляемого тока до определенного уровня напряжение на конденсаторе *С* возрастает, реле *Р* срабатывает и обеспечивает аварийное отключение нагрузки.

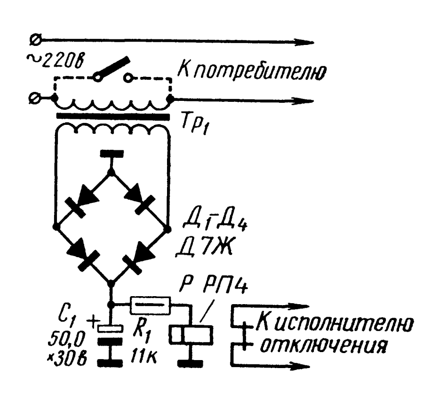


Рис. 1.

Порог срабатывания можно установить любой, подбирая соответствующее сопротивление резистора *R* или изменяя регулировку реле *Р*.

В качестве трансформатора тока можно использовать типовой телефонный малогабаритный трансформатор, положив поверх существующей обмотки первичную обмотку (6—8 витков провода МГШВ 0,5). Вторичная обмотка содержит 900 витков провода ПЭВ 0,15.

Реле *Р* — поляризованное типа РП-4 или РП-5 с односторонней регулировкой. При подключении реле необходимо обратить внимание на правильное включение полярности обмотки.

На рисунке указаны номинальные значения элемен-

тов схемы, рассчитанной на потребитель мощностью 400 *вт* и срабатывающей при 10% перегрузке.

Описанное устройство можно с успехом применить для защиты дистанционно-управляемой или длительное время находящейся без наблюдения аппаратуры.

Следует учесть, что, если потребитель имеет пусковой ток, значительно превышающий номинальный (например при наличии асинхронных двигателей), защитное устройство в момент пуска должно отключаться. Можно закорачивать первичную обмотку трансформатора тока (на схеме указано пунктиром).

ИНДИКАТОР ВЛАЖНОСТИ

В. Городецкий

Индикатор влажности может быть применен для сигнализации влажности пеленки грудного ребенка как в яслях и больницах, так и в домашних условиях.

В промышленности он может быть с успехом использован там, где требуется индикация увеличения влагосодержания материала выше нормы. Например, в деревообрабатывающем, картонном и других производствах.

Индикатор выполнен на двух транзисторах, включенных по схеме составного транзистора (рис. 1).

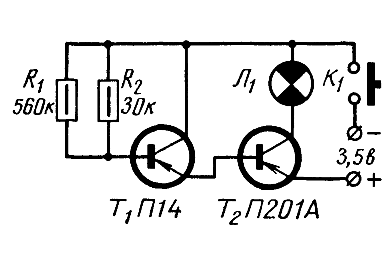


Рис 1.

К базе транзистора T_1 (типа П14) подключен датчик влажности, представляющий собой два металлических электрода, плотно прилегаюших к поверхности исследуемого материала. Сопротивление резистора R_2 исследуемого материала в зависимости от влагосодержания колеблется в очень больших пределах. Резистор R_2 заключен между электродами датчика. Параллельно R_2 включен резистор R_1 для того, чтобы при $R_2 = \infty$ транзистор T_1 не оказался в режиме с отключенной базой.

В качестве индикатора используется лампочка на 2,5 *в*×0,3 *а* или 0,45 *а*, включенная в цепь коллектора транзистора T_2 (типа П201А).

Транзистор T_1 следует выбрать с коэффициентом $\beta=40\div50$, а транзистор T_2 с $\beta=100\div120$.

Датчик выполнен следующим образом: в гетинаксовом кружке толщиной 1 *мм* и диаметром 30 *мм* пропиливают два окна (рис. 2); из листовой бронзы либо латуни толщиной 0,2—0,3 *мм* вырезают кружок диаметром 29 *мм*, который затем разрезают по диаметру — получившиеся два сектора с одной стороны лудят. Из этого же материала вырезают два прямоугольника размером 5×12 *мм* и лудят с двух сторон каждый.

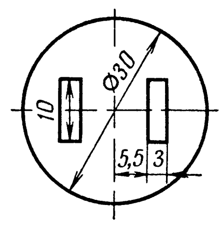


Рис. 2.

Сборка датчика производится, как указано на рис. 3. Секторы приклеивают (для облегчения сборки) к гетинаксовому кружку так, чтобы их луженая поверхность прилегала к кружку. После этого датчик поворачивают вниз секторами. Окна в гетинаксовом кружке заливают расплавленным оловом, после чего на них накладывают прямоугольники и все тщательно пропаивают. Затем к прямоугольникам припаивают проводники.

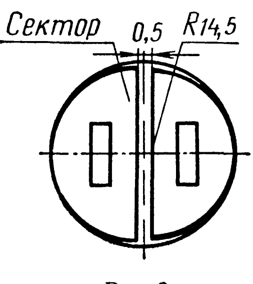


Рис. 3.

При пользовании датчик прижимают секторами к поверхности материала, влажность которого необходимо индицировать.

Если материал сухой, то R_2 практически равно бесконечности. Если же он влажен, то R_2 резко уменьшается. Это влечет за собой увеличение тока базы транзистора T_1 и лампочка загорается.

Так как лампочка начинает светиться при токе через нее порядка 260 *ма*, то наладки индикатор влажности не требует. При сухом материале коллекторный ток транзистора T_2 равен примерно 8—10 *ма*.

Источником питания служат батареи типа «Сатурн» или КБС-Л-0,5.

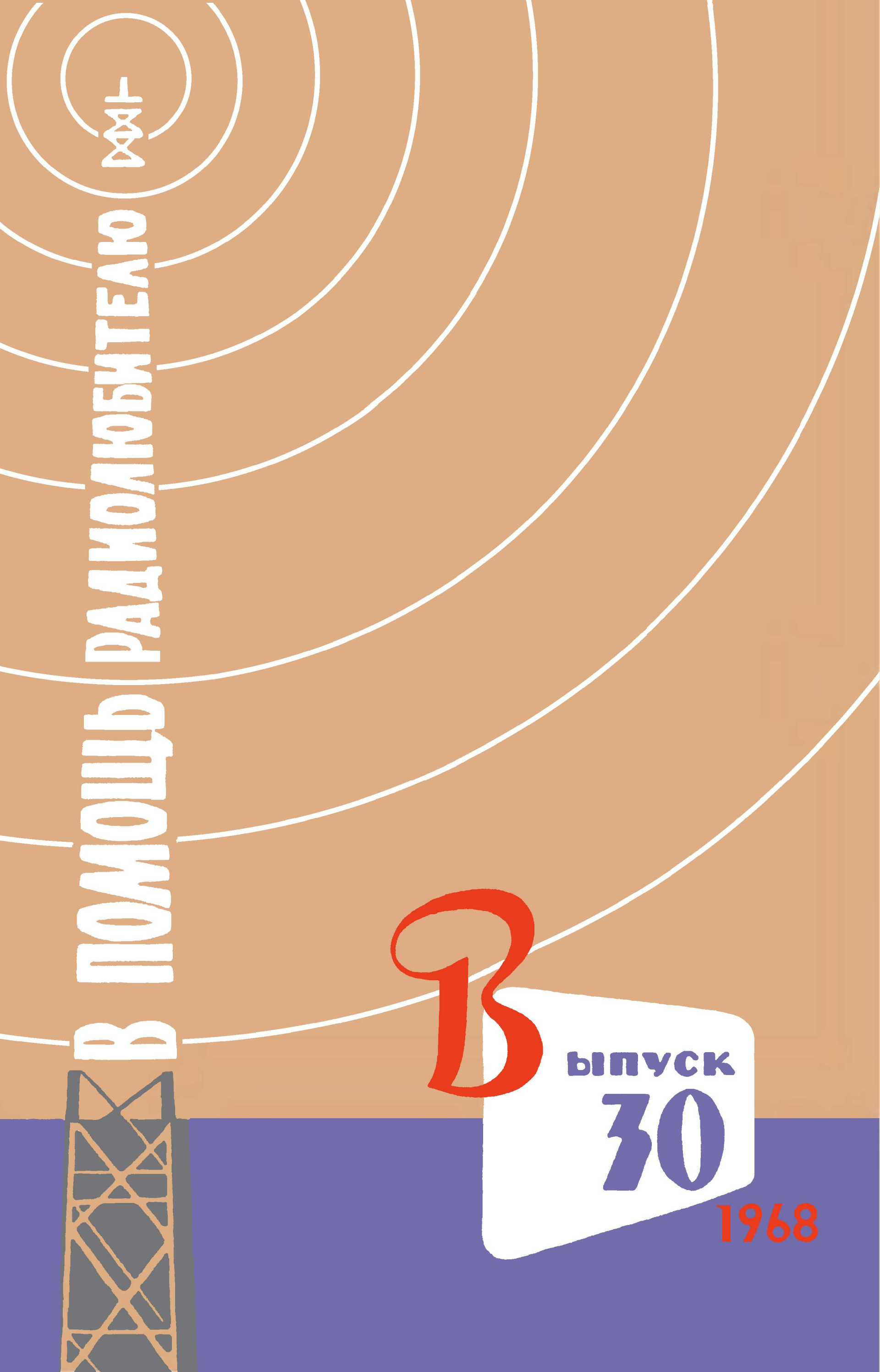
СОДЕРЖАНИЕ

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
Выпуск 30

Редактор **Л. А. Енина**
Художественный редактор **Г. Л. Ушаков**
Технический редактор **Д. А. Стеганцева**
Корректор **С. В. Богатова**

Г-54656. Сдано в набор 9/I-68 г. Подписано к печати 17/V-68 г. Изд. № 2/4969. Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага типографская № 2. Цена 14 коп. Объем 3,78 усл. п. л. Уч. изд. л. 3,37. Тираж 100 000 экз. Зак. 178. Издательство ДОСААФ, Москва Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 26.

Издательство и комбинат печати «Радянська Україна». Киев, Анри Барбюса, 51/2.


В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
Выпуск
30
1968